

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ВАСХНИЛ

ГЛАВСЕЛЬСТРОЙПРОЕКТ

ВИЭСХ

ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ

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

МОСКВА - 1983

Рекомендации разработали:

кандидаты техн. наук В.Н. Р а с о т р и г и н и П.Я. П и р-
х а в к а, инж. Н.Н. А н д р е в а, канд. техн. наук С.С. Т р у-
н о в (ВИЭСХ);

инженеры П.П. А н т о н о в, Ю.К. Ш е в к у н о в и Д.А.
Ч е р е п а ш е н е ц (Типроинселхоз);

кандидаты техн. наук А.И. О с и п о в и И.Н. Д е х н и ч
(Смоленский филиал ВИЭСХа);

кандидаты техн. наук Л.А. М е н о в щ и к о в и В.Н. Д е-
л я г и н (СибИМЭ);

канд. техн. наук Н.С. К а н я к и н (ЭНИН им. Г.М. Кржижанов-
ского).

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.

1. Общая часть

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

1.2. 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 [1-4, 7, 13].

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

1.4. 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.

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

1.6. Относительно небольшая тепловая нагрузка ферм (около 1 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].

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

крашение обслуживающего персонала и проинформированных помещений 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.10. Обязательными условиями эффективного применения ЭТС являются децентрализация и автоматизация электротепловых установок, использование их непосредственно в местах потребления теплоты.

I.11. 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;

определять приведенные затраты для рассматриваемых вариантов;

разработать вариант с наименьшими приведенными затратами.

I.12. Порядок согласования по применению электроустановок должен соответствовать инструкции [39].

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

2.1. Расчет мощности и годового потребления энергии в тепловых процессах производства служит основой для выбора теплого-

нерирующего 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 порционный 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_d)^ж определяется в соответствии с результатами расчета теплоэнергетического 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 ($Q_{ж}^{св}$).

и расходной части баланса относятся:

теплопотери через ограждения ($Q_{огр}$) — пол, стены, покрытие, ворота, окна;

^ж 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:

$$Q_d = Q_{ув} + Q_{огр} + Q_{исп} - Q_{ж}^{св} \quad (1)$$

2.10. Тепловыделения от животных определяются из выражения:

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

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

2.11. Теплопотери через ограждения определяются из выражения:

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_n + Q_{пол} + Q_{ок} + Q_{дв} = \\ = \left[\frac{F_{ст}}{R_{ст}} + \frac{F_n}{R_n} + \sum_{i=1}^3 \frac{F_{жон i}}{R_{жон i}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{дв}}{R_{дв}} \right] (t_{в} - t_{н}) \cdot 10^3. \quad (3)$$

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

$$R_{ст} = \frac{(t_{вп} - t'_н)}{\alpha_{вст} (t_{в} - T_p)}; \quad (4)$$

$$R_n = \frac{t_{вп} - t'_н}{\alpha_{вн} \cdot 0,8 (t_{в} - T_p)} \quad (5)$$

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

$\alpha_{вст}, \alpha_{вн}$ 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 $2,5 \dots 3,5 \text{ } ^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$ [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:

$$R = \alpha_{в} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \alpha_{н}, \quad (6)$$

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]:

$$\text{для I зоны } R_{I} = 2,2 + R_{ум};$$

$$\text{для II зоны } R_{II} = 4,3 + R_{ум}; \quad (7)$$

$$\text{для III зоны } R_{III} = 8,6 + R_{ум},$$

где $R_{ум} = \sum \frac{\delta}{\lambda}$ 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:

$$Q_{исп} = 0,69 (W_{исп}^{см} \cdot F_{см} + W_{исп}^{кан} \cdot F_{кан}) \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

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:

$$Q_{уг} = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot G_B (t_B - t_K). \quad (9)$$

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

$$G_B = \frac{W_{ж} + W_{исп}}{d_B - d_K}, \quad (10)$$

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

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

$$W_{ж} = n W_{ж} \cdot K'_t, \quad (11)$$

где $W_{ж}$, K'_t принимаются по нормам [48] в зависимости от возраста, массы животных и температуры внутреннего воздуха.

2.23. Расчет теплоемкостных балансов многопольческих помещений для определения максимальных тепловых нагрузок производится по расчетам пара и трам наружного и внутреннего воздуха.

2.24. В качестве расчетных параметров наружного воздуха принимаются параметры "Б" [С, 20, 14] для заданного района страны.

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 ($t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{в}} = 75\%$), а по допустимым ($t_{\text{в}} = 5^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{в}} = 85\%$). 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 ($Q_{\text{от}}$) вспомогательных и служебных помещений с незначительной кратностью воздухообмена определяется величиной потока теплоты через наружные ограждения:

$$Q_{\text{от}} = \left(\sum_i \frac{F_i}{R_i} \mu_i \right) (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot 10^{-3} \quad (12)$$

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 ($Q_{\text{г}}$) определяется как для животноводческих помещений из уравнения теплового баланса без учета теплопотерь через ограждения, которые скомпенсированы постоянно работающей системой отопления:

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{ув}} + Q_{\text{исп}} - Q_{\text{ж}}^{\text{сб}} \quad (13)$$

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:

$$\sum Q = Q_{\text{от}} + Q_{\text{г}} \quad (14)$$

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:

$$Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot 10^{-3} G_{\text{в}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}). \quad (15)$$

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

$$Q_{\text{пар}} \approx 1,1 G_{\text{пар}}. \quad (16)$$

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

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

$$Q_{\text{г.в.}} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{24} \cdot \beta (t_r - t_{\text{н}}) \sum q_i. \quad (17)$$

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 двукратной в течение суток зарядке. Мощность электроводонагревателя должна обеспечить нагрев полного объема в течение разрешенных энергосистемой часов ($T_{\text{зар}}$)

$$Q_{\text{г.в.}} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{T_{\text{зар}}} (t_r - t_{\text{н}}) \sum q_i. \quad (18)$$

2.35. Максимальная тепловая нагрузка в целом по ферме определяется суммированием суточных графиков тепловой нагрузки отдельных процессов и помещений с учетом неолновременности 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 энергоносителя для выбора наиболее экономичного варианта.

2.37. Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата в помещениях фермы определяется продолжительностью ($T_{от}$) и средней температурой ($t_{н ср}$) 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 принимается 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 обогреве:

$$t_{н гр} = t_{в} - \frac{Q_{ж} - Q_{исп}}{0,278 \cdot G_{в} + \sum(F_i / R_i)} \cdot 10^3. \quad (19)$$

Здесь в качестве внутренней температуры ($t_{в}$) 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 $T(t_n)$ и $\tau(t_n)$. Значение функции T при граничной наружной температуре $t_{н гр}$ дает продолжительность отопительного периода ($T_{от}$) для животноводческого помещения.

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

$$\Phi(t_n) = \int_{t_{н min}}^{t_n} t_n \cdot \tau(t_n) \cdot dt_n. \quad (20)$$

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

$$t_{н ср} = \frac{\Phi(t_{нвр})}{T(t_{н зр})} . \quad (21)$$

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

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

$$A_H = Q(t_{н ср}) T_{ам} \cdot K_v , \quad (22)$$

где $Q(t_{н ср})$ - тепловая нагрузка, рассчитанная по выражениям (12, 13, 14) при средней наружной температуре $t_{н ср}$ и расчетных параметрах внутреннего воздуха.

2. Бл инва K_v 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 - 1/3, ветсанпусков - 1/8, помещений ветеринарного назначения и пунктов искусственного осеменения - 1/24.

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

$$A_{2.8} = 365 \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} (t_r - t_x) \sum q . \quad (23)$$

2.47. Годовой расход теплоты на получение пара составляет:

$$A_{пар} \approx 1,2 \sum q_{пар i} \cdot T_{пар i} . \quad (24)$$

2.48. Суммарный годовой расход на ферме определяется по выражению:

$$A = A_H + A_{2.8} + A_{пар} . \quad (25)$$

3. Требования к проектированию электротепловых установок и систем электротеплоснабжения

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

агрегаты типа СФЦ (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:

$$G_{инф} = \sum \alpha G_{ц} \cdot \epsilon. \quad (26)$$

Для окон с одинарными деревянными переплетами $\alpha = 1,0$; с двойными деревянными переплетами $\alpha = 0,5$; для дверей и ворот $\alpha = 2,0$

3.5. Тип электродвигателя вентилятора, частота вращения и его мощность определяются в соответствии с гидравлическим расчетом вентиляционной сети, проводимым по методике, изложенной в справочнике [17, ч.1].

3.6. Интенсивность электроотопительного 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 облокированных зданий с однородной тепловой нагрузкой.

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

$$P_{\text{эву}}^{\text{акк}} = \frac{24 P_p}{\tau_1 + \tau_2} \quad (27)$$

3.10. Объем теплоаккумулирующей емкости определяется из выражения:

$$V^{\text{акк}} = \frac{P_p}{\rho(90 - t_{\text{разр}})} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} [24 - (\tau_1 + \tau_2)], \quad (28)$$

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

$$t_{\text{разр}} = 55 \dots 60^\circ\text{C} \quad [18].$$

3.11. Поверхность нагрева радиаторов и сечения трубопроводов при аккумулировании теплоты должны выбираться при температуре воды на выходе не 90°C , 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°C .

3.13. В помещениях фермы, используемых в течение суток несколько часов, необходимо предусматривать дежурное отопление, поддерживающее в нерабочее время температуру в помещении $+5^\circ\text{C}$.

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. Электроводонагреватели выбираются по их емкости и суточной потребности в горячей воде, определяемой технологическими требованиями для каждого помещения. По условиям надежности каждое помещение должен обогревать не менее двух электроводонагревателей.

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 СФЦ, в связи с низким отношением потребного воздухообмена к расчетной тепловой нагрузке ($G_{\text{в}}/Q_{\text{г}}$) должны проектироваться с дополнительными вентиляторами, либо с вентиляторами более высокой (расчетной) воздухопроизводительности, чем указано в технической характеристике электрокалориферов СФЦ (приложение 7), с устройством обводного канала со двоянным воздушным запаном, 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 $G_{\text{в}}/Q_{\text{г}}$ соответствует техническим характеристикам электрокалориферных установок СФЦ (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 фэрм.

3.25. Регулирование мощности электрокалорийных 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 тирсторных блоков управления следует переходить на бесступенчатое изменение тепловой мощности электрокалорийфэрв.

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°C.

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 электроводопогревателей, 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 фэрмы.

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 оvensких башен, АВМ и др.), а также редко используемые электроприемники (приточная вентиляция в пунктах техобслуживания и др.).

4.5. Максимум нагрузки определяется с учетом одновременности 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 холодильные установки.

4.9. Выбор мощности трансформаторной подстанции производится на основании расчетной электрической нагрузки с учетом нагрузочной способности трансформаторов, определенной ГОСТ I4209-69, пп.2.1, 2.2, 2.3, 2.4 [37].

4.10. Основная часть электроприемников ферм относятся ко второй категории по надежности электроснабжения. К первой категории относятся, 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].

4.11. Для розничных ферм и комплексов должно осуществляться от двухтрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ с автоматическим вводом резерва на стороне 0,4 кВ.

4.12. Электроприемники первой категории, а также электро силовое оборудование второй категории должны иметь резервный ввод питания от второй секции или трансформаторной подстанции. Необходимо автоматическое переключение на резервный кабель, так как для электроприемников первой категории перемены 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

5.1. 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:

$$P = C + E_n K \rightarrow \min$$
$$E_n = 0,15. \quad (29)$$

5.3. При равенстве или близких значениях ($\pm 5\%$) приведенных затрат по сравниваемым вариантам предпочтение отдается варианту, обеспечивающему получение эффекта по другим технико-экономическим показателям (повышение эксплуатационной надежности работ 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. Сравнимые 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 оборудования и устройств, наружных тепловых сетей, внутренних тепловых сетей, calorиферов 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 оборудованием 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 (Ка), текущий ремонт (Итр), заработную плату обслуживающего персонала (Исп),

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. Зароботная плата обслуживающего персонала (Иэп) определяются 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:

$$U_T = 3_{угр} \cdot A \cdot 10^{-2}$$

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:

$$|3_{э}|_{уг} = [3_{закт} + (3_{стр} + 3_{ктр} \cdot \ell + 3_{хр})G] \cdot 12,3 \cdot 10^{-3} \eta_{гг}^{-1} \quad (30)$$

где $3_{закт}$ - определяются по приложению 8.

Зависимость величин $3_{стр}$ и $3_{ктр}$ от грузоподъемности автотранспорта и района страны приведены в приложении 10.

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

$$3_{эн} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{гг}} - 1 \right) \cdot |3_{э}|_{уг} \quad (31)$$

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

$$|B_k \cdot K_k|_{уг} = \frac{B_0 K_k \cdot 10^2}{A}$$

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

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

B_k стр. и B_k обор. определяются из выражений:

$$B_k стр = E + A_k стр + R_k стр; \quad (33)$$

$$B_k обор = E + A_k обор + R_k обор. \quad (34)$$

5.18. Удельные затраты на обслуживание котельной определяются по выражению:

$$З_{п.уд} = \frac{З_{пк} \cdot П_{у} \cdot K_3 \cdot 10^2}{A} \quad (35)$$

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

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

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

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

5.22. Удельные отчисления от капиталовложений в тепловые сети рассчитываются по

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

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

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

$$Z_{уд.г} = \sum Z'_{уд} + Z_{м.с} / \gamma_{г} + B_{м.с} \cdot K_{м.с} / \gamma_{г} \quad (39)$$

5.24. Для электрических отопительных и водонагревательных установок удельные затраты на энергию $Z_{уд}$ оцениваются по приведенным затратам на электроэнергию, подводимую 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 распределения по сельским сетям электроэнергии для усредненных условий приведены в приложении 9.

5.25. При технико-экономическом сравнении конкретных проектных решений затраты на топливо $Z_{опт.т}$ определяются по оптовой цене на топливо, при этом затраты на хранение топлива $Z_{х.т} = 0$. Затраты на электроэнергию $Z_э$ для вариантов электро-теплоснабжения 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

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

6.2. Электрические калориферные установки.

6.2.1. 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 оприконование 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.

6.3.1. 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 на протяжении 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 зачужденным оборудованием. При невозможности соблюсти эти требования необходимо вместо изолирующих вставок выполнить выравнивание потенциалов в местах разбора воды, проложив металлический проводник в полу на расстоянии 1 м от всдоразборной трубы и соединив его с трубопроводом, а также близко расположенным зачужденным 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 30x30 см², 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 потенциалов-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 нетокпроводящими полами местного выравни-

вания потенциалов не требуется. Корпус водонагревателя дополнительно к обычному заземлению следует соединить стальной шиной с повторным заземлением или выполнять 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 электростанции, 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. Не 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 занулить 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 выполняется 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 электростанции следует устанавливать вне зоны оградения. 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 электростанции.

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

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

Допускаются ремонтные работы на трубопроводах при включенных электрических котлах при условии, что целостность трубопроводов и изоляция 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 ваннх 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 базового.

6.5.3. Защитный нулевой провод присоединяют к повторному заземлению на входе 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 автоподогревы с электрическим подогревом воды.

6.6.1. Автоподогрев с электрическим подогревом необходимо занулить. Корпус автоподогрева, установленный внутри помещения, должен иметь металлическую связь с устройством выравнивания электрических потенциалов, с механическими конструктивными частями и технологическим оборудованием.

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

6.6.3. Потенциаловыравнивающий проводник должен быть соединен сваркой с металлическими частями автоприлки 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°C) корпусов подшипников вентиляторов, поверхности корпуса, электродвигателя (не выше $40 \dots 50^{\circ}\text{C}$);

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

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

провести 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 констамина в шариковых и роликовых подшипниках должна меняться два раза в год;

при заметной вибрации электродвигателя проверять центровку валов, затяжку фундаментных болтов и при необходимости закрепить 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 обребрание 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. секция. При понижении температуры включение нагревательных элементов осуществляется в обратной последовательности.

7.2.3. При эксплуатации электрокалориферов необходимо сле-

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

7.3. Эксплуатация электроподогревательных 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 электродельная, представляющая собой отдельное помещение, где размещаются также электрическое и технологическое оборудование, устройства защиты и автоматики, относящиеся к данной электродельной.

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 электроподогревательных 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°C 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 теплоэлектроподогревателей (ТЭН) элементных водонагревателей (2-3 раза в год или обслуживания по мере необходимости).

7.3.5. Нагретую воду нельзя опускать 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 превышает давление в резервуаре.

Таблица

Установка	Периодичность текущего ре- монта (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
Электропленные водогрейные котлы ЭПЗ-25, ЭПЗ-60, ЭПЗ-100 и КЭВЗ-100.....	12
Электропленные водогрейные котлы КЭВ-100/0,4.....	12
Электропленные паровые котлы КЭПР-160/0,4 и КЭПР-250/0,4.....	12

Примечание. Техническое обслуживание установок проводится один раз в месяц.

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

7.3.8. Во время периодического осмотра электропленных котлов необходимо устранить подтекание воды; отрегулировать мощность котла; проверить величину токовой нагрузки, при снижении которой следует очистить от накипи все металлические элементы электропленной группы и внутренней части корпуса, заменяя их при износе более 50%; проверяют равномерность токовых нагрузок по фазам. При перегосе 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-

атация электродных котлов [31] и правилами устройства и безопасной эксплуатации электродных котлов и электрокотельных [32].

7.3.10. 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.

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

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

7.3.13. Электродные котлы с избыточным давлением более $0,7 \cdot 10^5$ Па и водонагреватели с температурой нагрева воды выше 115°C , за исключением аппаратов емкостью менее $0,05 \text{ м}^3$, подлежат регистрации в местных органах Гостехнадзора.

7.3.14. Эксплуатация электроводонагревателей косвенного нагрева производится в соответствии с правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания электроустановок промышленных предприятий напряжением до 1000 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 10 телят	- I
ветсанпропускник на 30 человек с дезинфек- ционным блоком для транспортных средств	
ветпункт (амбулатория)	- I
изолятор на 5 мест	- I
здание для трех тракторов	- I
котельную	- I
трансформаторную подстанцию	- I.

Теплоснабжение помещений фермы осуществляется от общепермской котельной. Теплоносителем является вода 95-100°C.

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

8.1. Коровник на 200 коров.

Мощность системы отопления и вентиляции определяем при

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

8.1.1. Мощность системы обеспечения микроклимата опреде-

ляется из уравнения тепловлажностного баланса (I)

$$Q_g = Q_{y.v.} + Q_{огр} + Q_{исп} - Q_{ж}^{cb}$$

8.1.2. Тепловыделения от животных рассчитываются по выражению (2):

$$Q_{ж}^{cb} = 1,163 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot q_{cb} \cdot K_t$$

где $1,163 \cdot 10^{-3}$ - переводной коэффициент ккал/ч в кВт;

n = 200 коров;

q_{cb} = 696 ккал/ч;

K_t определяются по нормам [8].

Подставляя числовые значения, получим:

$$Q_{ж}^{cb} \text{ и } K_t = 1,163 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 696 \cdot 1,05 = 169 \text{ кВт.}$$

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

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_n + Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{дв} =$$

$$= \left[\frac{F_{nm}}{R_{ст}} + \frac{F_n}{R_n} + \sum_1^3 \frac{F_{звнi}}{R_{звнi}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{дв}}{R_{дв}} \right] (t_b - t_n) 10^{-3}$$

Площадь наружных стен с учетом площади окон и ворот составит:

$$F_{ст} = F_{ст}' - F_{ок} - F_{вк} - F_{дв} = (78 \cdot 2,7) \cdot 2 + (21,0 \cdot 2,7) \cdot 2 - (1,3 \cdot 1,0) \cdot 45 - (26 \cdot 2,7) \cdot 4 - (1,2 \cdot 2,08) \cdot 12 = 418 + 111 - 59 - 28 - 30 = 412 \text{ м}^2.$$

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

$$R_{ст} = \frac{(t_{вп} - t'_н)}{\Delta \delta_{ст} (t_b - t_p)}$$

где t_b = +5°C; $t'_н$ = -30°C; t_p = +3°C; $\Delta \delta_{ст}$ = 8,7 Вт/м² °С.

Подставляя числовые значения, получим:

$$R_{ст} = \frac{+5 - (-30)}{8,7 (5 - 2)} = \frac{35}{26,1} = 1,34 \text{ °С м}^2/\text{Вт.}$$

Таким образом, минимально допустимое сопротивление теплопередаче стоек должно быть не менее $1,34 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче покрытий (п.2.12 рекомендаций) должно быть не менее $2,5 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$. В соответствии с этим сопротивлением выбираем конструкцию утеплителей.

Сопротивление теплопередаче стоек определим из выражения:

$$R_{ст} = R_{г} + \sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{н}.$$

Для наружных стен толщиной в два кирпича, оштукатуренных изнутри

$$\lambda_{к} = 0,81 \text{ Вт/м }^\circ\text{C}; \quad \delta_{к} = 0,51 \text{ м};$$

$$\lambda_{шт} = 0,93 \text{ Вт/м }^\circ\text{C}; \quad \delta_{шт} = 0,015 \text{ м};$$

$$R_{г} = 0,115 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}; \quad R_{н} = 0,043 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}.$$

Подставив числовые значения, получим:

$$R_{ст} = 0,115 + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,51}{0,81} + 0,043 = 0,844 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}.$$

Как видно из расчета, сопротивление теплопередаче стоек не удовлетворяет условию невыпадения конденсата на стоеках при подержании $t_{в} = +5^\circ\text{C}$ и $\varphi_{в} = 85\%$.

Следовательно, необходимо выбрать стоеки из строительных конструкций, обеспечивающих сопротивление теплопередаче не менее $1,34 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$.

Принимаем к установке керамзитобетонные панели толщиной 500 мм, у которых сопротивление теплопередаче $1,860 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче двойных окон

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

Сопротивление теплопередаче ворот и дверей

$$R_{вд} = 0,58 \text{ }^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}$$

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

$$\text{шлаковая подготовка } \delta' = 0,1 \text{ м}; \quad \lambda = 0,29 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{бетонное основание } \delta' = 0,6 \text{ м}; \quad \lambda = 1,45 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{деревянные скелы } \delta' = 0,037 \text{ м}; \quad \lambda = 0,17 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C};$$

ширина пола 20 м; длина 77 м.

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

Сопротивление теплопередаче для каждой зоны определяем по формуле:

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

Подставив числовые значения, получим:

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

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

$$\text{для зоны III } R_{\text{зон}} = 8,6 + 0,983 = 9,6 \text{ } ^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}.$$

Теплопотери через ограждения составят:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{412}{1,86} + \frac{1540}{2,5} + \frac{372}{3,1} + \frac{340}{5,3} + \frac{528}{9,6} + \frac{59}{0,345} + \frac{28}{0,58} + \frac{30}{0,58} \\ = (-30) \cdot 10^{-3} = \\ = (221+616+120+64+32+34+171+986) \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 1334 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = \\ = 47,0 \text{ кВт}.$$

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

$$Q_{\text{исп}} = 0,69 (W_{\text{исп}}^{\text{см}} \cdot F_{\text{см}} + W_{\text{исп}}^{\text{кан}} \cdot F_{\text{кан}}) \cdot 10^3,$$

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

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

Для расчета принимаем площадь смоченной поверхности 520 м^2 .

По приложению I для $t_g = +15^{\circ}\text{C}$

$$\varphi_b = 70\%, \quad W_{\text{исп}}^{\text{см}} = 11 \text{ г/ч}\cdot\text{м}^2$$

Тогда

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

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

8.1.5. Тепло, требуемое на обогрев приточного воздуха, определяем из выражения:

$$Q_{\text{ув}} = 0,278 \cdot 10^{-3} G_B (t_B - t_H),$$

Количество приточного воздуха рассчитываем по выражению (10)

$$G_B = \frac{W_M + W_{\text{исп}}}{\rho' - \rho_M},$$

где $W_{\text{исп}}$ определяем по приложению 1

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

Количество влаги, выделяемое животными, определяем из выражения (11):

$$W_M = n W_M \cdot K_T'.$$

Принимаем: $n = 200$ коров,

$W_M = 455$ г/ч при уровне влажности 10 %

$$K_T' = 0,86.$$

Подставив числовые значения, получим:

$$W_M = 200 \cdot 455 \cdot 0,86 = 78260 \text{ г/ч.}$$

Определим G_B для $t_H = -30^{\circ}\text{C}$. При этом параметры внутреннего воздуха принимаем следующими:

$$t_B = +5^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_B = 85\%; \quad \text{по } T-d \text{ диаграмме } d_B = 4,59 \text{ г/кг}$$

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

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

8.1.6. Определяем дефицит тепла:

$$Q_g = 186 + 47 + 4 - 169 = 68 \text{ кВт.}$$

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

творов, определяем по выражению (24)

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

Принимаем:

$\alpha = 0,5$ - для окон с деревянными двойными переплетами;

$\alpha = 2$ - для ворот.

Определяем длину щелей притворов.

В коровнике имеются:

45 окон с двойным переплетом размерами $1,3 \times 1,0$ м.

Периметр окон составляет

$$(1,3 + 1,0 + 1,3 + 1,0) \cdot 45 = 207 \text{ м};$$

12 дверей размерами $1,220 \times 2,0$ м.

Периметр дверей составляет

$$(1220 + 2080 + 1220 + 2080) \cdot 12 = 79,2 \text{ м};$$

4 ворот размерами $2,6 \times 2,7$ м.

Периметр ворот составляет

$$(2,6 + 2,7 + 2,6 + 2,7) \cdot 4 = 42,4 + 10,8 = 53,2 \text{ м}.$$

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

$$G_{\text{щ.}} = 11,2 \text{ кг/ч.м};$$

через окна $G_{\text{инф.1}} = 0,5 \cdot 11,2 \cdot 207 = 1159 \text{ кг/ч};$

через двери $G_{\text{инф.2}} = 2 \cdot 11,2 \cdot 79,2 = 1774 \text{ кг/ч};$

через ворота $G_{\text{инф.3}} = 2 \cdot 11,2 \cdot 53,2 = 1192 \text{ кг/ч}.$

Общее количество инфильтрующегося воздуха

$$G_{\text{инф.}} = G_{\text{инф.1}} + G_{\text{инф.2}} + G_{\text{инф.3}} = 1159 + 1774 + 1192 = 4125 \text{ кг/ч}.$$

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

$$G_{\text{прв}} = G_{\text{г}} - G_{\text{инф.}} = 19086 - 4125 = 14961 \text{ кг/ч или } 12468 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

8.1.8. Таким образом, исходными данными для выбора отопительно-вентиляционного оборудования служат: $Q_{\text{г}} = 68 \text{ кВт}$ и $Q_{\text{прв}} = 12468 \text{ м}^3/\text{ч}.$

8.1.9. Принимаем к установке электрокалориферный агрегат СТОЦ-60,0/05-И1 и параллельно работающий вентилятор Ц470 № 6.

8.1.10. 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 (19)

$$t_{н.гр.} = t_{в.р.} - \frac{Q_{ж}(t_{в.р.}) - Q_{учн}(t_{в.р.})}{0,278 G_B + \sum \left(\frac{F_i}{R_i} \right)} \cdot 10^3$$

Подставив известные значения, получим:

$$t_{н.гр.} = 10 - \frac{(162-4,3) \cdot 10^3}{0,278 \cdot 19086 + 1334} = 10 - 23,8 = -13,8^{\circ}\text{C}$$

По данным [15] определяем интегральную $T(t_H)$ и дифференциальную $\tau(t_H)$ функция распределения времени стояния температуры наружного воздуха (например, для Московской области).

Из табл.3 [15] $T(t_H)$ для $t_{н.гр.} = -13,7^{\circ}\text{C}$ равно 495 часам в году, что является продолжительностью отопительного периода.

$\tau(t_H)$ представлено в таблице:

t_H	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23
$T(t_H)$	4	4	5	5	8	10	14	20
t_H	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15
$T(t_H)$	22	27	42	42	38	47	56	63

Тогда $\Phi(t_{н.гр.}) = -120 -116 -140 -135 -208 -250 -336 -460 -484 -567 -840 -798 -684 -789 -896 -945 -1078 = -8856$ $^{\circ}\text{C} \cdot \text{ч.год.}$

Определяем среднюю температуру отопительного периода.

Среднюю температуру отопительного периода рассчитываем по выражению (20):

$$t_{н.ор.} = \frac{\Phi(t_{н.гр.})}{T(t_{н.гр.})} = \frac{8856}{495} = -17,8^{\circ}\text{C}.$$

Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата равен (2I):

$$A = Q(t_{нсп}) \cdot T_{от} \cdot Kв.$$

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

$$Q_{ср} = \left(\sum \frac{F_i}{R_i} + 0,278 Gв \right) (t_{в} - t_{н.ср}) \cdot 10^{-3} + Q_{п} - Q_{ж}$$

Подставив числовые значения, получим:

$$Q_{ср} = (1358 + 0,278 \cdot 19086) [10 - (-17,2)] \cdot 10^{-3} + 4,3 - 162 = \\ = (1334 + 5305,9) \cdot 27,2 \cdot 10^{-3} + 4,3 - 162 = 18,6 \text{ кВт.}$$

Годовой расход теплоты после подстановки числовых значений будет равен:

$$A = 18,6 \cdot 495 = 9207 \text{ кВт.ч.}$$

8.1.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 МI-4, работающими периодически.

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

$$Q_{об} = \left(\sum \frac{F_i}{R_i} \gamma_i + CGв \right) (t_{вп} - t_{нп}) 10^{-3}$$

8.2.3. Площадь наружных стен с учетом площади окон составляет

$$F_{ст} = F'_{ст} - F_{ок} = (24 \cdot 2,7) \cdot 2 - (1,3 \cdot 1,0) \cdot 15 = 129,6 - 19,5 = 110,1 \text{ м}^2$$

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

$$R_{ст} = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C м}^2/\text{Вт.}$$

8.2.4. Площадь покрытий составляет

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

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

8.2.5. После разделения площади пола на двухметровые зоны получим

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

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

Сопротивление теплопередаче составит:

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

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

$$\text{для зоны III } R_{\text{зон}} = 8,6 + \frac{0,15}{0,35} = 8,73^\circ\text{C м}^2/\text{Вт}.$$

8.2.6. Сопротивление теплопередаче двойных окон

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

8.2.7. Количество вентиляционного воздуха определим из выражения:

$$G_B = \frac{W_{\text{см}}}{d_B - d_H}$$

Количество влаги, выделяемой в двух мочевых, равно

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

$F_{\text{см}}$ - площадь смоченной поверхности принимаем как площадь мочевого, равной $6 \text{ м} \times 3 \text{ м} = 18 \text{ м}^2$

$W_{\text{исп}}^{\text{см}}$ - удельные влаговыделения определяем по приложению I,

$$W_{\text{исп}}^{\text{см}} = 75 \text{ г/ч} \cdot \text{м}^2$$

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

Параметры наружного и внутреннего воздуха соответственно равны

$$t_B = +15^\circ\text{C} \quad t_H = -30^\circ\text{C}$$

$$U_B = 85\% \quad U_H = 85\%$$

$$d_B = 9 \text{ г/кг} \quad d_H = 0,2 \text{ г/кг}$$

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

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

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

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-A.6-72 [15] (для Московской области продолжительность отопительного периода 4920 часов, $t_{п.ср.} = -3,2^{\circ}\text{C}$).

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

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

8.2.11. Годовой расход энергии составит

$$A = 8,23 \cdot 4920 = 40511 \text{ кВт.ч.}$$

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:

$$Q_{гв} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{T_{згр}} (t_r - t_x) \sum_i q_i.$$

При этом ночной провал максимума нагрузки 8 ч; $t_x = +5^{\circ}\text{C}$.

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

- а) на поение животных -
 одной коровы 65 л/сут. при $t_r = +12^{\circ}\text{C}$
 одного теленка 10 л/сут. при $t_r = +16^{\circ}\text{C}$
- б) на производственные нужды -
 одной коровы 15 л/сут. при $t_r = +65^{\circ}\text{C}$
 одного теленка 2 л/сут. при $t_r = +65^{\circ}\text{C}$

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

- тепловая нагрузка на поение коров

$$Q_{r\beta_1} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{8} (12-5) \cdot 400 \cdot 65 = 26,5 \text{ кВт}$$

- тепловая нагрузка на поение телят

$$Q_{r\beta_2} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{8} \cdot 2,5 (16-5) \cdot 10 \cdot 10 = 0,16 \text{ кВт.}$$

Расход тепла на подогрев воды для поения:

$$\sum Q_{2\beta_1} = Q_{r\beta_1} + Q_{r\beta_2} = 26,5 + 0,16 = 26,66 \text{ кВт}$$

- тепловая нагрузка на производственные нужды в коровнике

$$Q_{2\beta_2} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{8} (65-5) \cdot 400 \cdot 15 = 52,3 \text{ кВт}$$

- тепловая нагрузка на производственные нужды в телятнике

$$Q_{2\beta_2} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{8} \cdot 8 (65-5) \cdot 10 \cdot 2 = 0,174 \text{ кВт.}$$

Общая тепловая нагрузка на производственные нужды

$$Q_{2\beta_2} = 52,3 + 0,174 = 52,5 \text{ кВт.}$$

8.3.4. Тепловая нагрузка на производственные нужды в сан-пропускнике

$$\sum Q_{2\beta_3} = 48 \text{ кВт}$$

8.3.5. Тепловая нагрузка на поение и производственные нужды

$$\sum Q_{2\beta} = \sum Q_{2\beta_1} + \sum Q_{2\beta_2} + \sum Q_{2\beta_3} = 26,66 + 52,5 + 48 = 127,16 \text{ кВт.}$$

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

$$A_{2\beta} = 365 \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} (t_r - t_x).$$

Годовой расход теплоты на поение коров:

$$A_{2\beta_1} = 365 \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} (12-5) \cdot 400 \cdot 65 = 77258 \text{ кВт.ч.}$$

Годовой расход теплоты на поение телят:

$$A_{2\beta_2} = 365 \cdot 1,163 \cdot 10^{-3} (16-5) \cdot 10 \cdot 10 = 466 \text{ кВт.ч.}$$

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

$$A_{2B_3} = 365 \cdot I,163 \cdot 10^{-3} (65-5) \cdot 400 \cdot 15 = 152812 \text{ кВт.ч.}$$

Годовой расход на нагрев воды для производственных нужд в телятнике:

$$A_{2B_4} = 365 \cdot I,163 \cdot 10^{-3} (65-5) \cdot 10 \cdot 2 = 509 \text{ кВт.ч.}$$

8.3.8. Годовой расход теплоты на нагрев воды в санпропускнике составляет 160000 кВт.ч.

8.3.9. Общий годовой расход теплоты на нагрев воды составит

$$A_{2B} = 77258+466+152818+509+160000 = 391051 \text{ кВт.ч.}$$

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 №1 на 200 коров	-	68	-	9207
Коровник №2 на 200 коров	-	68	-	9207
Молочный блок на 6 т молока в сутки	19	-	40511	-
Родильная на 48 коров	30	46	19157	58233
Ветсанпропускник на 30 человек с дезинфекционным блоком для транспортных средств	33	33	75335	65808
Ветпункт (амбулатория)	10	-	19709	-
Здание для 3 тракторов	37	-	59880	-
Изолятор на 5 мест	28	-	12186	-
Итого: на отопление, на вентиляцию	154	215	226778	136455
на горячее водоснабжение		127,16		391051
Итого на систему электротеплоснабжения		499,16		754284

8.6. Технико-экономическое обоснование электротеплоснабжения.

8.6.1. 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 1176 Гкал или 1360000 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 903-1-650.

Длина наружных тепловых сетей ~ 300 м.

Сметная стоимость наружных тепловых сетей - 15000 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, - 3 т.т, рассчитываем по следующей схеме:

а) определяем удельные затраты на энергоноситель на входе в котельную

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

принимаем:

$3_{зам.т} = 36$ руб. (по приложению 10)

$3_{отр.} = 0,3$ руб.

$3_{кр.тр.} = 0,07$ руб.

$\ell_{тр.} = 50$ км

$3_{кр} = 10,7$ руб.

$G = 7/Q_p^H$; $G = 1,75$.

$\eta_{тх} = 0,85$.

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

Подставив числовые значения, получим:

$$|Z_{э}/\text{уд}| = 36 + (0,3 + 0,07 \cdot 50 + 10,7) \cdot 1,75 : 12,3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{0,85} = 0,89 \text{ коп/кВт.ч.}$$

б) Определяем удельные затраты на потери энергии в котельной

$$Z_{эл} = \left(\frac{1}{\eta_{\text{мгу}}} - 1 \right) |Z_{э}/\text{уд}| ; \eta_{\text{мгу}} = 0,55$$

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

в) Определяем удельные отчисления от капиталовложений в котельную

$$|B_k K_k|_{\text{уд}} = \frac{B_k K_k \cdot 10^2}{A}$$

Разделим капиталовложения в котельную на капиталовложения в строительную часть и на оборудование, получим:

$$|B_k K_k|_{\text{уд}} = \frac{B_{k \text{ стр.}} \cdot K_{k \text{ стр.}} \cdot 10^2 + B_{k \text{ обор.}} \cdot K_{k \text{ обор.}} \cdot 10^2}{A}$$

$$\text{или } B_{k \text{ стр.}} = E + R_{\text{стр.}} + B_{\text{стр.}}$$

$$B_{k \text{ обор.}} = E + A_{\text{обор.}} + R_{\text{обор.}}$$

$$E = 0,15;$$

$$A_{\text{стр.}} = 0,032;$$

$$A_{\text{обор.}} = 0,087;$$

$$R_{\text{стр.}} = 0,0064;$$

$$R_{\text{обор.}} = 0,0174$$

Тогда

$$B_{k \text{ стр.}} = 0,15 + 0,032 + 0,0064 = 0,188$$

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

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

$$|B_k K_k|_{\text{уд}} = \frac{(34160 \cdot 0,188 + 8540 \cdot 0,255) \cdot 10^2}{1360000}$$

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

г) Определяем удельные затраты на обслуживание котельной

$$|З_{п}|_{уд} = \frac{З_{пк} - П}{А} \cdot Кз$$

Принимаем: $ЭП_{ту} = 1850$ руб. [25]; $\eta_{ту} = 8$; $K_{эту} = 0,91$ [25]

Удельные затраты на обслуживание котельной составят:

$$|З_{п}|_{уд} = \frac{1850 \cdot 8 \cdot 0,91 \cdot 10^2}{1360000} = 0,99 \frac{\text{коп}}{\text{кВтч}}$$

д) Определяем удельные общие и прочие эксплуатационные расходы

$$|З_{пр}|_{уд} = \frac{0,3(1,2 A_{ту} \cdot K_{ту} + ЭП_{ту} \cdot \eta_{ту} \cdot K_{эту}) \cdot 10^2}{А}$$

$$A_{ту} = 0,119$$

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

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

$$|З_{мс}|_{уд} = 0,89 + 0,73 + 0,63 + 0,99 + 0,43 = 3,67 \text{ коп.}$$

е) Удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях

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

ж) Удельные отчисления от капиталовложений в тепловой сети

$$|В_{тс} \cdot K_{тс}|_{уд} = \frac{В_{тс} \cdot K_{тс} \cdot 10^2}{А} = 0,2 \text{ коп./кВтч}$$

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

$$|З_{т}|_{уд} = 3,67 + 0,65 + 0,02 = 4,52 \text{ коп./кВтч.}$$

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

$$|З_{э}|_{уд} = [З_{опт} + (З_{отр.} + З_{камп.}) \cdot 12,3 \cdot 10^{-3} \eta_{тс} - 1$$

где $З_{опт} = 7,4$ руб.

Тогда

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

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

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

Удельные отчисления от капиталовложений в котельную

$$/B_{\text{к}} K_{\text{к}}/_{\text{уд}} = 0,63 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные затраты на обслуживание котельной

$$/Z_{\text{п}}/_{\text{уд}_{\text{тгу}}} = 0,99 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные общие и прочие эксплуатационные расходы

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

Сумма удельных затрат по оптовой цене на топливо

$$\sum Z'_{\text{т}} = 0,2 + 0,16 + 0,63 + 0,99 + 0,43 = 2,41 \text{ коп/кВт.ч}$$

Удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях

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

Удельные отчисления от капиталовложений в тепловые сети

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

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

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

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

$$Z_{\text{уд}} = Z_{\text{эот}} + Z_{\text{рао}} = Z_{\text{эот}} + \frac{(0,21 + 0,23) \cdot K_{\text{уд}} \cdot 10^2}{K_{\text{тр}} \cdot T_{\text{м}} \cdot K_{\text{г}} \cdot K_{\text{з}} \cdot \cos \varphi}$$

Принимаем:

$$Z_{\text{эот}} = 1,6 \text{ коп. (приложение 3) [34]}$$

$$K_{\text{уд}} = 450 \text{ руб. (приложение 8) [34]}$$

$$K_{\text{ТР}} = 0,94$$

$$T_{\text{М}} = 3600$$

$$K_{\text{д}} = 1$$

$$K_{\text{э}} = 1$$

Подставив числовые значения, получим:

$$Z_{\text{уд}} = 1,6 + \frac{0,21 \cdot 450 \cdot 10^2}{0,94 \cdot 3600 \cdot 11 \cdot 0,9} = 1,6 + \frac{9450}{3045,6} = 1,6 + 3,1 = 4,7 \text{ коп/кВт.ч.}$$

8.7. Техничко-экономическое обоснование применения электро-теплоснабжения на ферме на 400 коров.

8.7.1. 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 электроконнекторы типа ЭОКС.

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

Перечень электротеплового оборудования приведен 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 10/0,4кВ. Стоимость 1 кВт.ч электроэнергии принимается по тарифу (т.е. 1 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	Т и п	Количество	Установленная мощность электрокалориферов, конвекторов, кВт		Оптовая цена, руб.	
				единицы	общая	едицы	общая
1	2	3	4	5	6	7	8
Стойловое помещение	Электрокалориферный агрегат	СЭОЦ-60,0	I	67,5	67,5	320	320
	Первый коровник	Дополнительный вентилятор работает параллельно с агрегатом	Ц470 № 6	I	1,5	1,5	40
Второй коровник	Станция управления		I	-	-	430	430
	Электрокалориферный агрегат	СЭОЦ-60,0	I	67,5	67,5	320	320
	Дополнительный вентилятор работает параллельно с агрегатом	Ц470 № 6	I	1,5	1,5	40	40
	Станция управления		I	-	-	430	430
Молочный блок	Во всех помещениях молочного блока установлены электроконвекторы	ЭККС	10	2	20	60	600
	Станция управления		I	-	-	400	400
Родильная на 48	Электрокалориферный агрегат	СЭОЦ-40	I	45	45	-	-
	Станция управления		I	-	-	430	430

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Ветзащитный пункт на 30 человек	Электрокалориферный агрегат	СФ0Ц-40	I	45	45	-	-
	Станция управления	-	I	-	-	430	430
	Электроконвекторы	ЭОКС	I7	2	34	-	-
Ветпункт (амбула- тория)	Станция управления	-	I0	-	-	40	400
	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 электродонагре- ватели с аккумулярованием	УАП	9	I2	I08	300	2700
		ЭВ-150М	I	6	6	75	75
Итого:							
на вентиляцию					228		
на отопление					I30		
на горячее водоснабжение					I14	-	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 электропроводонагревателей, 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 уменьшать 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 представленного 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
1	2	3	4	5	6
1	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 разрабочика
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 I
	на строительную часть.....	-	-	1440	Расчетным путем (см. исходные данные к Т.3.0.)
	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

1	2	3	4	5	6
	на подогрев приточного воздуха.....	417000		136455	Табл. I
	на подогрев воды...	426000		391051	Табл. I
	общий расход энергии.....	1367000		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	1850	п.5.19 рекомендаций		п.5.19 рекомендаций
	Затраты на энергию, руб.....	41010	Расчетным путем	7543	Расчетным путем
	Цена энергии, руб...	0,03	п.8.4. рекомендаций	0,01	Тариф на электроэнергию
	Всего эксплуатационных затрат, руб...	44822	См. пункты 4.1-4.3 табл. 3	14327	См. пункты 4.1-4.3 табл. 3
5	Приведенные затраты, руб.....	46136	Расчетным путем, согласно выражению (28) рекомендаций	16858	Расчетным путем, согласно выражению (28) рекомендаций
6	Экономический эффект на одно скотоместо, руб.				
				3 = $\frac{46136 - 16858}{400}$	= 73,1

Таблица 4

№ /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. 80I-0I-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.....	-	-	1440	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 точного воздуха	417000		136465	Табл. I
	на подогрев воды	426000		391051	Табл. I.
	Общий расход энергии.....	1367000		754284	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6
4	Эксплуатационные затраты, руб.:				
	амортизация и текущий ремонт отопительно-вентиляционного оборудования.....	3329	См. [36]	1600	См. [36]
	оплата труда	1850	П.5.19 рекомендаций	1850	П.5.19 рекомендаций
	расход на энергию, руб.....	61615	Расчетным путем	35451	754284
	цена энергии	0,045	п.8.4 рекомендаций	0,047	п.8.4 рекомендаций
	Всего эксплуатационных затрат.....	66794	п.4.1-4.3 табл. 4 рекомендаций	38901	п.4.1-4.3 табл. 4 рекомендаций
5	Приведенные затраты, руб.....	68108	Расчетным путем по выражению (28) рекомендаций	40329	Расчетным путем по выражению (28) рекомендаций
6	Экономический эффект на одно скотоместо, руб.....				
					$Э = \frac{68108 - 40329}{400} = 69,4$

$W_{исп}$
г/ч м²

Приложение I

г/ч м²

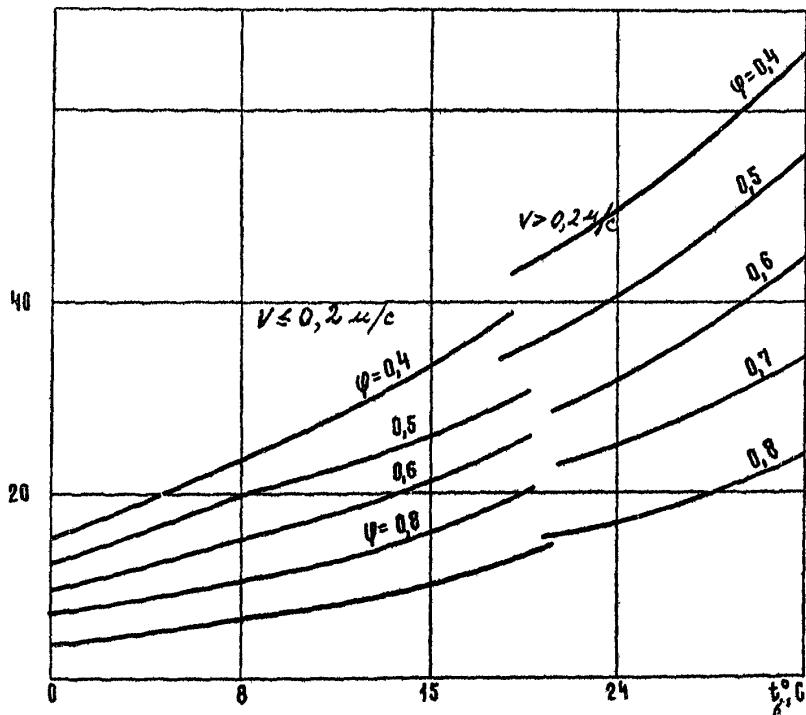


Рис. I. График зависимости удельных влаговыделений при испарении влаги с поверхности навозных каналов (содержание животных - на решетчатых полах) от температуры воздуха в помещениях при скорости движения воздуха $V \leq 0,2 \text{ м/с}$, $V > 0,2 \text{ м/с}$.

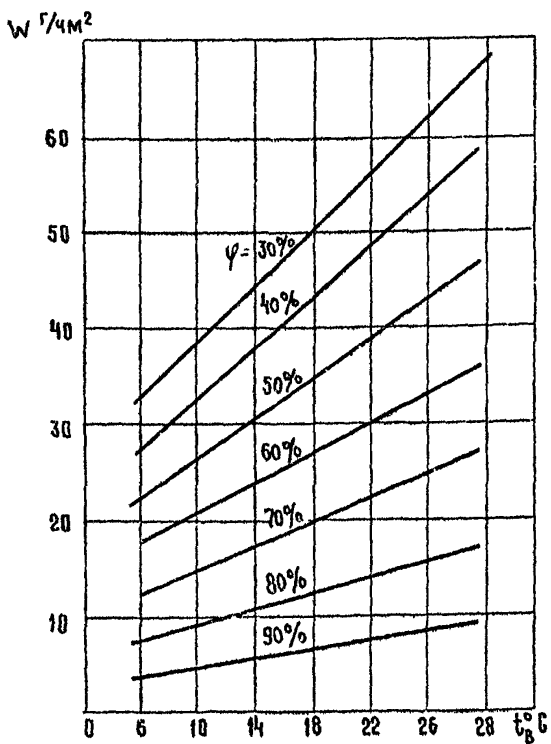


Рис.2. График зависимости удельных влаговыделений от температуры воздуха в помещениях при испарении со смоченных поверхностей пола

Техническая характеристика электрокалориферных установок
сельскохозяйственного назначения

Показатели	Тип СФОЦ-Х Ю, 5-МІ							Тип СФОО х/0,4	
	СФОЦ-5	СФОЦ-10	СФОЦ-16	СФОЦ- 25	СФОЦ- 40	СФОЦ- 60	СФОЦ- 100	СФОО-10	СФОО-І
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Установленная мощность, кВт	4,02	10,0	16,1	23,6	47,2	69,7	97,5	10,4	15,8
в том числе:									
нагревателей	4,8	9,6	15,0	22,5	45,0	67,5	90,0	9,6	15,0
электродвигателя вентилятора	0,12	0,4	1,1	1,1	2,2	2,2	7,5	0,8	0,8
Номинальная воздухо- производительность, м ³ /ч	700	800	1900	2500	3500	4000	5000	7000	7000
Перепад температуры нагреваемого воз- духа при номиналь- ной воздухопроиз- водительности и плотности 1,2 кг/м ³ , °С	20	35	24	27	38	50	54	4	6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Допустимая температура выходящего воздуха, °С	50	50	50	50	50	50	50	40	40
Свободный напор, развиваемый установкой при номинальной воздухопроизводительности, Па	110	270	300	350	550	550	950	-	-
Воздухопроизводительность установки (подача) при свободном напоре 200 Па, м ³ /ч	-	-	-	3350	6100	6100	11500	-	-
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.	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	-	-

Техническая характеристика электроконвекторов

Показатели	Тип электроконвектора	
	ЭОКС-2,0/1,5-4I	ЭОКС-6,0/1,5-4I
Номинальная мощность, кВт	0,1 2 ± 0,2	0,3 6 ± 0,6
Максимально допустимая температура на поверхности нагревателя, °С	150	150
Масса, кг	14	32 ^X
Площадь активной поверхности оборудования, м ²	2,147	6,441
Мощность электроконвектора, отнесенная к массе, кВт/кг	0,143	0,188
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 шита управления.

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°C, 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, °C	70	70	70	70	70	70	70	70
Температура воды на выходе из водонагревателя, °C	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 аккумулярованием

Показатели	Тип электроводонагревателя			
	ЭТ-400	ЭТ-800	ЭТ-1600	ЭВ-150-М
I	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 электроосеть, 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 0,9MI	УАП 800/ 0,9MI	УАП 1600/ 0,9MI
I	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 электроосеть, 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

Техническая характеристика электрокалориферов типа СФ0

Показатели	Вид калорифера					
	СФ0-25/IT	СФ0-40/IT	СФ0-60/IT	СФ0-100/IT	СФ0-160/IT	КФ0-250/IT
Общая мощность, кВт	25	40	60	100	100	250
Мощность каждой секции, кВт	6,25	10	15	25	40	62,5
Количество работающих нагревателей в одной секции, шт	9	12	15	21	27	36
Количество работающих нагревателей, шт.	36	48	60	64	116	144
Подача (по массе воздуха), кг/ч	2125	3375	5130	9000	12000	18710
Максимальная допустимая температура нагревателя, °С	150	150	150	150	150	150
Перепад температуры воздуха, °С	42	43	42	46	47	47
Сопротивление калорифера по воздуху, Па	247	214	180	206	155	176
Масса, кг	67	100	134	197	312	421

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-ачин- ский рядовой	
1	2	3	4	5
1	Северо-западный	35-37	-	41-43
2	Мурманская область	36-38	-	44-46
3	Коми АССР	24-26	-	32-34
4	Центральный	34-36	-	40-42
5	Центрально-Черно- земный	33-35	-	41-43
6	Северный Кавказ	32-34	-	41-43
7	Среднее Поволжье	30-32	-	37-39
8	Нижнее Поволжье	32-34	-	38-40
9	Северный Урал	25-28	-	34-36
10	Южный Урал	<u>25-27</u> x) 23-26	-	35-37
11	Кемеровская область, Алтайский край	15-17	8-10	25-27
12	Новосибирская область, Тамбовская область	17-19	12-14	25-28
13	Омская область	<u>20-22</u> x) 13-15	17-19	27-30
14	Красноярский край	13-15	6-8	27-29
15	Иркутская область	14-16	9-10	21-24
16	Забайкалье	16-18	-	-
17	Амурская область	18-20	-	-

1	2	3	4	5
18	Хабаровский край	20-22	-	27-29
19	Приморский край	18-20	-	30-33
20	Восточная Украина, Ростовская область	31-33	-	40-43
21	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	-	31-33
29	Таджикская ССР	24-26	-	30-32
30	Западный Казахстан	29-32	-	33-35
31	Северо-Восточный Казахстан	<u>16-78</u> x) 10-12	-	30-33
32	Южный Казахстан	<u>18-20</u> x) 13-15	-	31-33

x) Знаменатель - замыкающие затраты на экибастузский уголь.

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	4,1
Северо-Запад	5,6
Урал	5,5
Средний Кавказ	6,0
Закавказье	6,5
Сибирь	3,8
Северный Казахстан	5,0
Средняя Азия	3,8
Дальний Восток	4,4

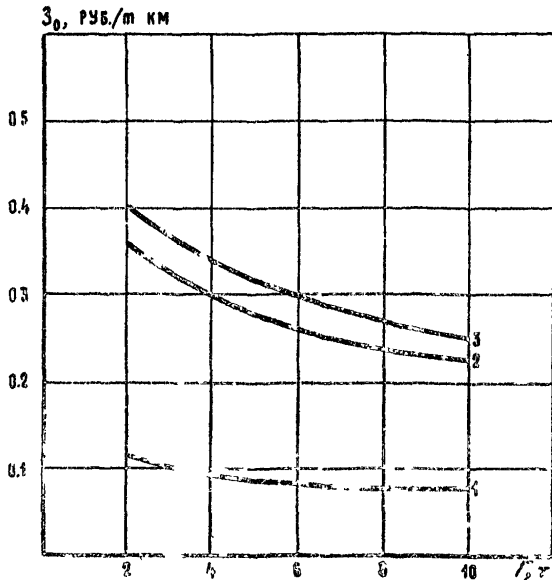


Рис. 1. График зависимости постоянной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта:
 1 - автосамосвалом;
 2 - бортовыми автомобилями - в Европейской части страны на Урале, в Западной Сибири и Средней Азии;
 3 - то же, для районов Восточной Сибири и Дальнего Востока.

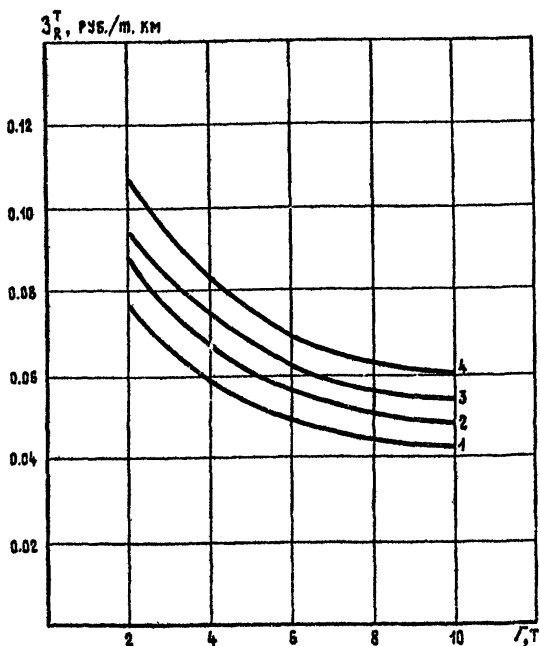


Рис. 2. График зависимости переменной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта при перевозке топлива бортовыми автомобилями:

- 1 - 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.1;
- 4 - то же, в районах п.2

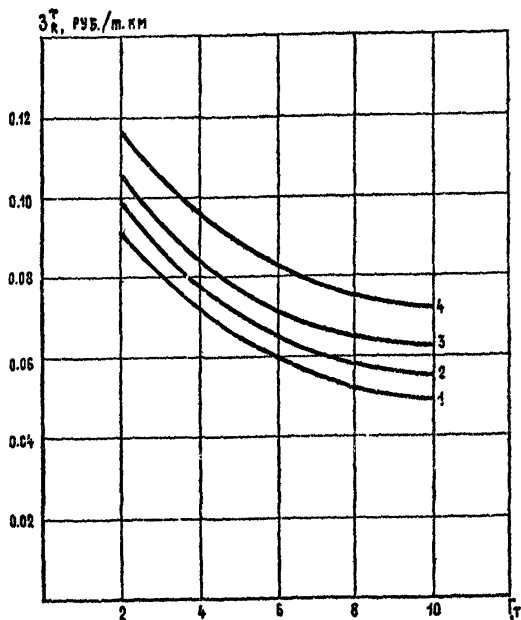


Рис.3. График зависимости переменной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта при перевозке топлива самосвалами:

- 1 - 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.1;
- 4 - то же, в районах п.2

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

а) к технической части рекомендаций

- α - коэффициент, принимаемый в зависимости от характера притвора
- $\alpha_{вст}, \alpha_{п}$ - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности стен и покрытий, Вт/м² °С.
- $\alpha_{н}$ - сопротивление теплообмену на наружной поверхности ограждений, Вт/м² °С
- β - коэффициент неравномерности потребления горячей воды в течение суток
- δ_i - коэффициент добавочных теплопотерь на инфильтрацию
- δ_i^s - толщина слоя ограждения, м
- δ_i^c - толщина соответствующего слоя ограждения, м
- $\delta_{уп}$ - толщина утепленного слоя пола, м
- λ - коэффициент теплопроводности материала, Вт/м °С
- λ_c - коэффициент теплопроводности соответствующего слоя ограждения, Вт/м °С
- ρ - плотность топлива, кг/л^и
- 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
- τ_p - температура точки росы, °С
- $\tau(t_n)$ - 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
- $\gamma_{в}, \gamma_{н}$ - влагосодержание внутреннего и наружного воздуха, г/кг
- F - площадь поверхности, м²
- $F_{вот}$ - площадь ворот, м²
- $F_{дв}$ - площадь дверей, м²
- $F_{зон i}$ - площадь зоны пола, м²
- F_i - площадь соответствующего ограждения, м²
- $F_{кан}$ - площадь открытой поверхности навозных каналов, м²
- $F_{ок}$ - площадь окон, м²
- $F_{пок}$ - площадь покрытия, м²

- $F_{пол}$ - площадь пола, м²
 $F_{см}$ - площадь смоченных поверхностей, м²
 $F_{ст}$ - площадь стен, м²
 $G_{прв}$ - 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 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
 $P_{акзв}$ - мощность электроводогрейных установок с аккумуляторами, кВт
 P_p - расчетная мощность отопления, кВт
 Q_p - 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
 $Q_{ж}$ - 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, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 $R_{ст}, R_n, R_{ок}, R_{дв}$ - сопротивление теплопередаче стен, покрытий, окон, дверей, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 $R_{зон i}$ - сопротивление теплопередаче для соответствующей зоны пола, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 $R_{ут}$ - сопротивление теплопередаче утепляющих слоев пола, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 $R_{в}$ - сопротивление теплопередаче внутренних поверхностей ограждений, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 R_n - сопротивление теплопередаче наружных поверхностей ограждений, $^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$
 T - время использования максимума нагрузки, ч/год
 $T_{зар}$ - время использования нагрузки, разрешенное энергосистемой для зарядки емкостных электроподогревателей, ч
 $T_{пар i}$ - время использования пара, дней
 $T_{от}$ - продолжительность отопительного периода, ч/год
 T_m - время использования максимума нагрузки в год на шинах ТРП, ч
 $t_{в}, t_n$ - температура внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$
 t_g - температура горячей воды, $^{\circ}\text{C}$
 t'_n - расчетная наружная температура наиболее холодных суток, $^{\circ}\text{C}$
 $t_{н гр}$ - граничная температура наружного воздуха, при которой возникает необходимость в обогреве, $^{\circ}\text{C}$
 $t_{н ср}$ - средняя температура отопительного периода, $^{\circ}\text{C}$
 $t_{раз}$ - минимальная температура воды в конце разрядки, $^{\circ}\text{C}$
 t_n - температура холодной воды, $^{\circ}\text{C}$
 $V_{ак}$ - объем теплоаккумулирующей емкости, м^3
 $W_{ж}$ - общее влаговыделение животных, г/ч
 $w_{ж i}$ - 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.м²

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
- $A_{кту}$ - 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 капиталовложений на строительство и оборудование
- $B_{к с}$ - 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 1 кВа расчетной мощнос-

- тн, которая распределяется по сельским линиям, руб.
- K_2 - коэффициент динамики роста электроэнергии по годам
- K_3 - коэффициент годовой загрузки персонала, обслуживающего котельную
- $K_{тр}$ - коэффициент числа трансформаторов
- $N_{у}$ - персонал, обслуживающий котельную, чел.
- $R_{к\text{ ср}}, R_{к\text{ обор}}$ - коэффициенты отчислений на текущий ремонт, принимаемый 40% от коэффициента амортизационных отчислений
- $L_{тр}$ - расстояние транспортировки топлива, км
- U - затраты на систему теплоснабжения в год, руб.
- $U_{а}$ - амортизационные отчисления за год, руб.
- $U_{з}$ - зарплата обслуживающего персонала в год, руб.
- $U_{пр}$ - общепроизводственные годовые расходы, руб.
- $U_{т}$ - затраты на топливо в год, руб.
- $U_{тр}$ - отчисления на текущий ремонт в год, руб.
- $U_{э}$ - затраты на электроэнергию в год, руб.
- $Ц_0$ - оптовая цена оборудования, входящего в систему тепло-снабжения, 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 1 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.
- $З_{R\text{ тр}}$ - переменная составляющая удельных приведенных затрат на транспортировку топлива, руб.

- Z_R^m - переменная составляющая затрат на перевозку топлива в зависимости от грузоподъемности автотранспорта, руб.
 Z_0^i - постоянная составляющая затрат на перевозку топлива в зависимости от грузоподъемности автотранспорта, руб.
 $Z_{пр уу}$ - удельные общие и прочие эксплуатационные затраты, руб.
 $Z_{т уу}$ - удельные затраты на I кВт.ч энергии, подведенной к установкам отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, коп.
 $Z_{у д т}$ - удельные затраты на производство, передачу и преобразование энергии в виде горячей воды, коп.
 $Z_{т с уу}$ - удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях, коп.
 $Z_{х р}$ - удельные приведенные затраты на хранение топлива, коп.
 $Z_{п уу}$ - удельные затраты на обслуживание котельной, коп.
 $Z_{у д}$ - общие удельные затраты на энергоноситель на выходе из котельной, коп.
 $Z_{э уу}$ - удельные затраты на I кВт.ч энергоносителя на входе в котельную, коп.
 $Z_{э н}$ - удельные затраты на потери энергии в котельной, коп.
 $\eta_{рег}$ - коэффициент, учитывающий потери теплоты из-за недостаточной точности регулирования подачи теплоты отдельным потребителям
 $\eta_{т х}$ - коэффициент, учитывающий потери топлива при транспортировке и хранении
 $\eta_{т у}$ - коэффициент полезного действия котельной
 $i_{т с}$ - коэффициент, учитывающий потери тепла в тепловых сетях
 $\eta_{у}$ - среднегодовой коэффициент полезного использования топлива
 G - коэффициент перевода натурального топлива в условное

ЛИТЕРАТУРА

1. 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., ВИАСХ, 1979.
4. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий. ОНТП 2-77. М., "Колос", 1979.
5. Пирхавка П.А., Сяколовский В.В., Мурадова Л.И. Определение эффективности электрификации тепловых процессов. - Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1975, № 9.
6. Канакин Н.Т. 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., Гипропронсельхоз, 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 П-3-79*, Стройиздат, 1982.

15. Строительная климатология и геофизика, СНиП II-I-82. М., Стройиздат, 1982.
16. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. СНиП II-92-76. М., Стройиздат, 1977.
17. Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация. Ч. I. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч. П. М. Стройиздат, 1975.
18. Высоцкий Л. М. Электроотопители аккумуляторного типа. М., Информационное агентство, 1977.
19. Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ с/х назначения (РУМ). М., Сельэнергопроект, 1981.
20. Рекомендации по определению электрических нагрузок животноводческих комплексов. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № 6. М., Сельэнергопроект, 1976.
21. Инструкция по выбору установленной мощности однострансформаторных подстанций 35/10 и 10/0,4 кВ в электрических сетях сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № 7. М., Сельэнергопроект, 1975.
22. Инструкция по выбору установленной мощности двухтрансформаторных подстанций 35/10 и 10/0,4 кВ в электрических сетях сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № 10. М., Сельхозэлектропроект, 1977.
23. Рекомендации по учету требования надежности электроснабжения потребителей при проектировании электрических сетей сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. № 12. М., Сельэнергопроект, 1974.
24. Электроснабжение сельскохозяйственного производства. М., "Колос", 1979.
25. Методика выбора энергоносителей для тепловых процессов сельскохозяйственного производства и быта сельского населения. М., Сельэнергопроект, 1975.

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 электроодных котлов. М., ОРГРЭС, 1966
32. Временные правила устройства и безопасности эксплуатации электроодных котлов и электродкотельных. 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 электродов 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

1. 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.....	12
4. Особенности расчета схем электроснабжения	17
5. Методика технико-экономического обоснования сравнительной эффективности систем электротеплоснабжения.....	18
6. Мероприятия по технике безопасности.....	23
7. Требования к применению систем электротеплоснабжения.....	27
8. Пример расчета системы электротеплоснабжения	32
Приложения.....	56
Условные обозначения.....	71
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.

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