МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Методические рекомендации по выполнению раздела «Энергосбережение» дипломных проектов по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства

Репозиторий БарГУ

Барановичи
РИО БарГУ
2010

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

УДК 621.311(072)
ББК 31.280.7я73
О-75

Рекомендовано к печати методической
комиссией инженерного факультета

С о с т а в и т е л и:

И. В. Дубень, С. И. Козлов, Ю. И. Шадид

Р е ц е н з е н т ы:

Д. А. Ционенко, кандидат физико-математических наук, доцент;
Ю. К. Калугин, кандидат технических наук

Репозиторий БарГУ

О-75 **Основы энергосбережения** [Текст] : метод. рекомендации по выполнению раздела «Энергосбережение» дипломных проектов по специальности 1-74 06 01 Технич. обеспечение процессов с.-х. производства / сост.: И. В. Дубень, С. И. Козлов, Ю. И. Шадид. — Барановичи : РИО БарГУ, 2010. — 43, [5] с. — 80 экз.

Приведены основные положения, типовые задачи и примеры расчетов по проектированию энергосберегающих мероприятий при разработке раздела «Энергосбережение» в дипломных проектах.

Предназначено для студентов по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства.

УДК 621.311(072)
ББК 31.280.7я73

ã БарГУ, 2010

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1 Применение прогрессивных строительных материалов для ограждающих конструкций 6
2 Рациональный выбор источников света для производственных помещений 12
3 Повышение степени загрузки электроприводов 17
4 Применение регулируемого электропривода 23
5 Регулирование температуры в зданиях и сооружениях 27

Приложение А. Коэффициент теплопроводности основных строительных материалов 31
Приложение Б. Параметры внутреннего воздуха в холодное время года 32
Приложение В. Примерные нормы выделения теплоты животными и птицей 33
Приложение Г. Нормы освещенности в производственных помещениях и открытых пространствах 35
Приложение Д. Основные параметры ламп накаливания 38
Приложение Е. Основные параметры люминесцентных ламп низкого давления . . . 40
Приложение Ж. Основные параметры компактных люминесцентных ламп со встроенным электронным пускорегулирующим аппаратом (ПРА) 41
Приложение И. Основные параметры газоразрядных ламп давления 42
Приложение К. Удельная отопительная характеристика зданий для районов с наружной температурой –30°С 43

Список рекомендуемых источников. 44

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение основано на повышении эффективности использования энергетических ресурсов в народном хозяйстве. Пути решения этой проблемы включают:

– внедрение новых технологий и оборудования, обеспечивающих снижение удельного расхода топлива, тепловой и электрической энергии;

– совершенствование и модернизацию существующего оборудования;

– широкое использование всех вторичных энергетических ресурсов;

– замену дорогих видов топлива на более дешевые, включая также переход на местные виды топлива.

Для выполнения задач предприятия по выпуску продукции необходимо уметь контролировать потребность предприятия в энергоресурсах, обосновать правильность выбора той или иной технологии с точки зрения удельного расхода энергии. Подобные управленческие задачи и должен решать энергетический менеджмент.

Очевидно, что эффективность любого энергосберегающего мероприятия может быть успешно достигнута только при технической грамотности работающего на предприятии инженерного персонала.

Согласно закону Республики Беларусь «Об энергосбережении» государство осуществляет научно-техническое обеспечение предприятий и учреждений в сфере энергосбережения в рамках государственных и межгосударственных научно-технических программ, инновационных проектов по следующим эффективным направлениям энергосбережения:

1) замена неэкономичных котлов с низким КПД на более эффективные;

2) перевод котлов с жидких видов топлива и электроэнергии на газ и местные виды топлива (МВТ);

3) перевод паровых котлов в водогрейный режим;

4) внедрение электрогенерирующего оборудования в котельных (мини-ТЭЦ);

5) внедрение частотно-регулируемого электропривода;

6) децентрализация отопления с ликвидацией длинных теплотрасс и установкой автономных источников теплоснабжения;

7) внедрение индивидуальных тепловых пунктов вместо ЦТП;

8) внедрение энергоэффективных пластинчатых теплообменников;

9) установка на пароиспользующем оборудовании эффективных конденсатоотводчиков;

10) передача тепловых нагрузок на ТЭЦ от ведомственных котельных;

11) реконструкция теплотрасс с применением ПИ-труб;

12) внедрение систем регулирования потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение;

13) внедрение инфракрасных облучателей для локального обогрева рабочих мест;

14) внедрение котлов малой мощности вместо незагруженных котлов большой мощности;

15) термореновация ограждающих конструкций зданий и сооружений с установкой стеклопакетов с тройным остеклением;

16) внедрение энергоэффективных осветительных устройств;

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

17) использование тепловых ВЭР в системах теплоснабжения;

18) внедрение винтовых компрессоров вместо поршневых;

19) децентрализация воздухоснабжения с установкой локальных компрессоров;

20) внедрение автономных холодильных установок с применением озонобезопасных хладогентов;

21) внедрение экономичных газовых теплообменников вместо паровых;

22) внедрение теплогенераторов на МВТ для отопления помещений;

23) замена существующих газогорелочных устройств на энергоэффективные двухпозиционные на печах и котлоагрегатах;

24) автоматизация работы погружных насосов артскважин;

25) перевод автотранспорта на газ;

26) внедрение установок утилизации тепла уходящих газов;

27) замена электродвигателей на менее мощные;

28) перевод зерносушильного оборудования с печного бытового топлива на газ и МВТ;

29) замена зерноочистительных машин на более энергоэффективные;

30) разделение контуров отопления теплиц для выращивания овощей;

31) внедрение обогреваемых полов вместо ламп инфракрасного обогрева;

32) широкое применение технологии содержания скота на глубокой подстилке;

33) внедрение систем микроклимата и энергосберегающих комплектов оборудования в птичниках;

34) внедрение системы отопления свинарников-маточников газовыми теплогенераторами;

35) тепловая реабилитация помещений для содержания свиней;

36) внедрение высокоэффективного оборудования по приготовлению и раздаче кормов;

37) внедрение автоматической установки для приготовления и раздачи кормов с компьютерным управлением;

38) внедрение передвижных доильных установок;

39) замена вакуумных насосов доильных установок на водокольцевые;

40) внедрение гелиоустановок для нагрева воды.

Современные требования к подготовке специалистов инженерного профиля предусматривают знание основных направлений энергосбережения на предприятиях промышленности, сельского хозяйства и в быту. При дипломном проектировании необходимо предусмотреть мероприятия из вышеуказанного перечня, направленные на экономию топливно-энергетических ресурсов и в конечном счете — на снижение потребления энергии на единицу выпускаемой продукции.

В настоящих методических рекомендациях рассмотрены отдельные типы задач по расчету показателей эффективности энергосберегающих мероприятий, с примерами их решения. С учетом специфики темы проекта студентам-дипломникам предлагается произвести соответствующие расчеты и определить энергетическую и экономическую эффективность предложенных решений.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1 ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Необходимый микроклимат в помещениях следует создавать в первую очередь за счет повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, и только затем в случае необходимости использовать системы отопления.

Потери тепла через ограждающие конструкции (стены, окна, перекрытия) зависят от их площади, разницы температур внутри и снаружи помещения, толщины, материала и состояния ограждения.

Количество передаваемого тепла Q, Вт, в общем случае определяется по формуле

$$Q = k\,(t_В - t_Н)\,F,$$

где k — коэффициент теплопередачи, Вт / (м^2 · °С);

$t_В$, $t_Н$ — температуры среды внутри и снаружи помещения соответственно;

F — площадь поверхности теплообмена, м^2.

Для однородной плоской стенки значение коэффициента теплопередачи k рассчитывается по формуле

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_В} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_Н}},$$

где δ — толщина плоской стенки, м;

λ — коэффициент теплопроводности плоской стенки, Вт / (м · °С);

$\alpha_В$ — коэффициент теплоотдачи от внутренней среды к стенке, Вт / (м^2 · °С);

$\alpha_Н$ — коэффициент теплоотдачи от стенки к наружной среде, Вт / (м^2 · °С).

В теплофизических расчетах принимают: $\alpha_В = 8{,}8$ — для стен, полов и гладких потолков отапливаемых зданий; $\alpha_Н = 25$ — для наружных стен и бесчердачных перекрытий; $\alpha_Н = 12{,}5$ — для чердачных перекрытий.

Полное термическое сопротивление R, м^2 · °С / Вт, равно величине, обратной коэффициенту теплопередачи, т. е.

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_В} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_Н}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Для многослойной плоской стенки, состоящей из нескольких слоев толщиной δ_i с коэффициентами теплопроводности λ_i, значения коэффициента теплопроводности и полного термического сопротивления определяются по следующим формулам:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{В}}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{Н}}}};$$

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{\text{В}}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{Н}}}.$$

Экспериментальными исследованиями установлено (табл. 1.1), что стандартные стеновые панели из железобетона с термическим сопротивлением R = 0,17…0,21 м^2 · ч · °С / кДж и совмещенные крышные перекрытия с термическим сопротивлением R = 0,23…0,29 м^2 · ч · °С / кДж при отсутствии отопления внутри помещения не обеспечивают требуемых параметров микроклимата. Предупредить выпадение конденсата можно только в здании с термическим сопротивлением стен не ниже 0,43…0,48 м^2 · ч · °С / кДж.

Т а б л и ц а 1.1 — Состояние различных типов ограждений в зимнее время (температура наружного воздуха –13,6°С, суточные колебания 0…–25°С)

Материал и толщина стен	Кирпичная кладка в два кирпича (0,57 м)	Железобетонные стеновые панели (0,40 м)
Термическое сопротивление R, м^2 · ч · °С / кДж	0,12	0,05
Тип перекрытия	Чердачное, утепленное	Совмещенное
Температура внутренних поверхностей, °С:		
стен	10	1,5
потолка	12	2,5
пола	10	2
Температура в помещении, °С	10—17	5,5
Состояние поверхности стен	Незначительное увлажнение (0,82 г / м^2)	Обильное выпадение конденсата (36,4 г / м^2)
Снижение привесов, %	—	32
Увеличение расхода кормов, %	—	13

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Для улучшения эксплуатационных качеств проектируемых и существующих производственных зданий необходимо выполнение следующих условий:

1. Для существующих железобетонных зданий необходимо их дополнительное утепление, обеспечивающее термическое сопротивление стен не менее 0,50 $м^2 \cdot ч \cdot °С$ / кДж и перекрытий — 0,60…0,70 $м^2 \cdot ч \cdot °С$ / кДж.

2. Увеличение толщины стен следующее:

– дерево в различных вариантах — до 0,20…0,24 м;
– шлак + опилки + цемент — до 0,46…0,50 м;
– кирпич в сочетании с утеплителем — до 0,60…0,72 м;
– керамзитобетон с утеплителем (пенополистирол) — до 0,35…0,40 м.

3. При строительстве новых ферм следует по возможности уменьшать высоту зданий при обеспечении удельного объема помещений исходя из технологических норм.

4. Следует предусматривать минимальное количество окон и размещать их преимущественно с южной стороны. Остекление, как правило, должно быть двойное, на зиму в ряде случаев необходим третий слой из пленки.

5. Перекрытие должно быть, как правило, в чердачном варианте. В противном случае — при использовании совмещенного перекрытия — теплопотери через кровлю достигают 70% от общих. Толщина утепляющего слоя (шлак с опилками) — 0,30…0,35 м.

6. Относительная влажность воздуха в помещении не более 70% должна обеспечиваться путем дополнительного подогрева приточного воздуха с помощью установок обеспечения микроклимата.

7. Использовать материалы с термическим сопротивлением не ниже 0,45…0,50 $м^2 \cdot ч \cdot °С$ / кДж (приложение А). Для обеспечения такого уровня теплоизоляции толщина стены из тяжелого бетона должна быть не менее одного метра. Более экономичный путь — использование теплоизоляционных материалов для возведения построек облегченной конструкции.

8. Применять легкие ограждающие конструкции заводского изготовления типа АСД, ПСАД, ПСАВД, ПАС, «Сандвич» и др. Использовать панели из деревянного каркаса, двух наружных слоев волокнистого материала (асбоцемента) и теплоизолятора (внутренний слой), легкие ограждающие конструкции, позволяющие снизить сметную стоимость зданий на 5…12%, уменьшить массу в 2—4 раза и снизить трудоемкость монтажа на 25…40%.

9. Применение при реконструкции зданий цельнопрессованных стеновых листов из фенольного стеклопластика (массой до 10 кг / $м^2$ и термическим сопротивлением не менее 0,45 $м^2 \cdot ч \cdot °С$ / кДж).

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

10. Увеличение толщины северной стены здания должно составлять по сравнению с южной 0,10…0,15 м.

11. Необходимо располагать материалы в убывающей последовательности по теплопроводности от внутренней поверхности к наружной.

Пример расчета

Для коровника на 200 голов крупного рогатого скота при привязанном содержании животных (длина — 78 м, ширина — 21 м, высота по срезу крыши — 6 м):

1. Найти базовую мощность калориферной установки для обогрева животноводческого помещения.

2. По заданному типу теплоизоляционного материала рассчитать проектируемую мощность данной установки.

3. Определить расход электроэнергии для базового и проектируемого варианта.

4. Определить экономию электрической энергии и денежных средств.

Ограждающие конструкции собраны из стандартных железобетонных панелей толщиной 0,40 м. Тип чердачного перекрытия — совмещенное. Площадь продольных стен коровника S_1 равна 852 м^2, торцовых стен S_2 — 336 м^2, крыши S_3 — 2 130 м^2. Термическое сопротивление стен ($R_1 = R_2$) составляет 0,2 м^2 · ч · °С / кДж, крыши R_3 — 0,25 м^2 · ч · °С / кДж.

В качестве дополнительного теплоизолирующего материала для утепления наружных стен используем страмит, коэффициент теплопроводности которого λ равен 0,081 кДж / (м · °С). Используем один слой (n = 1) плит толщиной b, равной 0,058.

Нормативная температура внутри помещений приведена в приложении Б. Стоимость 1 кВт · ч электроэнергии принимается по действующим в настоящее время тарифам.

Решение

Термическое сопротивление R'_1 стены, утепленной плитой из страмита, определяется по формуле

$$R'_1 = R'_2 = R_1 + \frac{bn}{\lambda}.$$

Получим

$$R'_1 = R'_2 = 0,2 + \frac{0,058 \cdot 1}{0,081} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^\circ\text{C} / \text{кДж}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Термическое сопротивление R'_3 утепленного перекрытия вычисляется по формуле

$$R'_3 = R_3 + \frac{bn}{\lambda}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Получим

$$R'_3 = 0,25 + \frac{0,058 \cdot 1}{0,081} = 0,97 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^\circ\text{C} / \text{кДж}.$$

Необходимое количество тепла $Q_К$, кДж / ч, для отопления находим из следующего уравнения теплового баланса помещения:

$$Q_К = Q_О + Q_В - Q_П, \qquad (1.1)$$

где $Q_О$ — тепло, теряемое через ограждения, кДж / ч;

$Q_В$ — тепло, уносимое с вентилируемым воздухом, кДж / ч;

$Q_П$ — тепло, выделяемое в помещении животными, кДж / ч.

Тепло $Q_О$, кДж / ч, теряемое через ограждения, вычисляем по формуле

$$Q_О = \left(\frac{(S_1 + S_2)}{R_1} + \frac{S_3}{R_3} \right)(t_1 - t_2),$$

где t_1 — температура внутри помещения (приложение Б), равная 8°С;

t_2 — среднемесячная температура наружного воздуха в зимний период года, равная –6,4°С.

Получим

$$Q_О = \left(\frac{(852 + 336)}{0,2} + \frac{2130}{0,25} \right)(8 + 6,4) / 1000 = 208,2 \text{ МДж / ч};$$

$$Q'_О = \left(\frac{(852 + 336)}{0,92} + \frac{2130}{0,97} \right)(8 + 6,4) / 1000 = 50,2 \text{ МДж / ч}.$$

Количество тепла $Q_В$, кДж / ч, уносимое с вентилируемым воздухом при четырехкратном часовом воздухообмене, находим по формуле

$$Q_В = 4C\rho V(t_1 — t_2),$$

где C — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,004 кДж / кг · °С;

ρ — плотность воздуха при 10°С, равная 1,25 кг / м^3;

V — объем воздуха в помещении, равный 11 928 м^3.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Получим

$$Q_{\text{В}} = \frac{4 \cdot 1,004 \cdot 1,25 \cdot 11\,928 \cdot (5 + 6,4)}{1\,000} = 682,6 \text{ МДж / ч.}$$

Количество тепла $Q_{\text{П}}$, кДж / ч, выделяемое в помещении животными (приложение В), вычисляем по формуле

$$Q_{\text{П}} = q_{\text{К}} m,$$

где $q_{\text{К}}$ — количество тепла, выделяемое животным (при массе коровы 400 кг $q_{\text{К}}$ = 2 300…3 540 кДж / ч), равное 3 000 кДж / ч;

m — количество голов животных в помещении, равное 200.

Получим

$$Q_{\text{П}} = 3\,000 \cdot 200 / 1\,000 = 600 \text{ МДж / ч.}$$

Подставляя полученные составляющие в выражение (1.1), имеем

$$Q_{\text{К}} = 208,2 + 682,6 - 600 = 290,8 \text{ МДж / ч;}$$

$$Q'_{\text{К}} = 50,2 + 682,6 - 600 = 132,8 \text{ МДж / ч.}$$

Мощность $P_{\text{К}}$, кВт, базовой калориферной установки находим по формуле

$$P_{\text{К}} = \frac{Q_{\text{К}} \cdot 10^3}{3\,600 \cdot \eta},$$

где η — КПД калорифера, равный 0,85.

Получим

$$P_{\text{К}} = \frac{290,8 \cdot 10^3}{3600 \cdot 0,85} = 95,0 \text{ кВт.}$$

Мощность $P'_{\text{К}}$ калориферной установки после реконструкции здания составляет

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$P'_{\text{к}} = \frac{132,8 \cdot 10^3}{3\,600 \cdot 0,85} = 43,4 \text{ кВт}.$$

Количество электрической энергии W, кВт · ч, потребляемой калорифером в зимнее время, находим по формуле

$$W = P_{\text{К}} T,$$

где T — время работы установки в течение года, равное 360 ч.

Получим

$$W = 95 \cdot 360 = 34\,200 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$W' = 43,4 \cdot 360 = 15\,624 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость потребляемой энергии D, тыс. р., рассчитывается по формуле

$$D = W\,C.$$

Стоимость потребляемой энергии до реконструкции D составит

$$D = 34\,200 \cdot 0,170 = 5\,814 \text{ тыс. р.},$$

после реконструкции —

$$D' = 15\,624 \cdot 0,170 = 2\,656 \text{ тыс. р.}$$

Экономию денежных средств ΔD, тыс. р., находим по формуле

$$\Delta D = D - D'.$$

Получим

$$\Delta D = 5\,814 - 2\,656 = 3\,007 \text{ тыс. р.}$$

Следовательно, используя в качестве теплоизолирующего материала страмит, можно снизить потребление электрической энергии более чем на 50%.

2 РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Осветительные приборы, состоящие из источника света и арматуры, называют светильниками. Арматура предназначена для монтажа, крепления источ-

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ника света, перераспределения светового потока лампы в требуемом направлении, защиты лампы от загрязнения, воздействия окружающей среды и механических повреждений, устранения слепящего действия лампы.

Для искусственного освещения помещений расходуется до 10% всей потребляемой электроэнергии в сельском хозяйстве. Однако экономия электроэнергии в светотехнических установках не должна достигаться за счет ухудшения условий работы обслуживающего персонала (приложение Г).

Освещенность сельскохозяйственных объектов должна соответствовать требованиям «Отраслевых норм освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений».

Для всех светильников государственным стандартом установлены условные обозначения, состоящие из букв и цифр, располагаемых по определенной схеме: $X_1X_2X_3X_4X_5$—X_6X_7—$X_8X_9X_{10}$—$X_{11}X_{12}$.

Первая буква X_1 означает источник света (Н — лампы накаливания общего назначения, С — лампы-светильники, И — галогенные лампы накаливания, Л, Ф — прямые и фигурные люминесцентные, Э — эритемные, Р — типа ДРЛ, Г — типа ДРИ, Ж — натриевые, Б — бактерицидные, К — ксеноновые).

Вторая буква X_2 указывает на способ установки светильника (С — подвесной, П — потолочный, Б — настенный, Н — настольный, Т — цокольный венчающий, В — встраиваемый, К — консольный, Р — ручной сетевой, Ф — ручной аккумуляторный, Г — головной, Д — пристраиваемый).

Третья буква X_3 обозначает назначение светильника (П — для промышленных и производственных предприятии, Р — для рудников и шахт, О — для общественных зданий, Б — для жилых и бытовых помещений, У — для наружного освещения).

Двухзначное число X_4X_5 (от 01 до 99) указывает на номер серии.

Число X_6 обозначает количество ламп в светильнике (если лампа одна, то число X_6 не указывается).

Число X_7 обозначает мощность лампы в ваттах.

$X_8X_9X_{10}$ — номер модификации светильника (от 001 до 999).

Буквы X_{11} обозначают климатическое исполнение (У — умеренный климат, ХЛ — холодный, Т — тропический).

Цифра X_{12} обозначает категорию размещения (1 — для эксплуатации на открытом воздухе, 2 — под навесом или в помещениях с колебаниями температуры и влажности со свободным доступом воздуха, 3 — в помещениях с естественной вентиляцией без искусственного колебания температуры, 4 — в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, 5 — то же, но с повышенной влажностью).

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

На предприятиях находят применение следующие типы светильников:

– с лампами накаливания — НСП11, ППР, НПП01, НСП02, ПСХ-60М и др.;

– с люминесцентными лампами — ПВЛМ, ЛСГТ02, ЛСО02, ЛДОР;

– с дуговыми ртутными лампами ДРЛ — РСП11, ППД2 и др.

Источники света (лампы) характеризуются следующими параметрами:

– напряжение питания U (обычно 220 В);

– мощность лампы P, Вт;

– световой поток, лм;

– светоотдача — отношение светового потока к потребляемой мощности, лм / Вт;

– срок службы, ч.

На практике для освещения помещений и наружного освещения сельскохозяйственных объектов применяются следующие типы источников света:

1) лампы накаливания — главным образом для создания освещенности до 50 лк. Они характеризуются низкой светоотдачей (15—20 лм / Вт) и сроком службы до 1 000 ч (приложение Д);

2) люминесцентные лампы, которые выпускаются единичной мощностью 8…80 Вт, их светоотдача — 45…60 лм / Вт, срок службы — до 15 000 ч (приложения Е, Ж);

3) дуговые ртутные лампы высокого давления, имеющие светоотдачу 40…55 лм / Вт и срок службы до 12 000 ч (приложение И);

4) дуговые натриевые и металлогалогенные лампы высокого давления, имеющие светоотдачу 100…125 лм / Вт и срок службы до 20 000 ч (*см.* приложение И).

Пример расчета

Определить целесообразность замены ламп накаливания на более экономичные источники света для системы освещения гаража для автомобильной техники с ремонтным залом на десять машин. Длина гаража — 60 м, ширина — 21 м. Базовым вариантом являются лампы накаливания типа БК 215-225-75. Суммарное время работы освещения в течение года $T_{ГОД}$ равно 2 145 ч. Удельная освещенность помещения E_{min} составляет 50 лк. Режим освещения: в весенне-летний период (155 дней) — на протяжении 3 часов в сутки, в осенне-зимний период года (210 дней) — 8 часов в сутки.

Стоимость 1 кВт · ч электроэнергии принимаем по тарифам, действующим в настоящее время.

Для оценки эффективности замены ламп накаливания на люминесцентные источники света выполним расчет нормы освещенности (*см.* приложение Г).

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Решение

Суммарное время работы ламп $T_{ГОД}$, ч, рассчитываем по формуле

$$T_{ГОД} = d_1T_1 + d_2T_2,$$

где d_1 и d_2 — количество дней в весенне-летний и осенне-зимний период соответственно;

T_1 и T_2 — среднесуточное время работы системы освещения в весенне-летний и осенне-зимний период соответственно, ч.

Подставляя исходные данные, получим суммарное время работы системы освещения в течение года:

$$T_{ГОД} = 210 \cdot 8 + 155 \cdot 3 = 2\,145 \text{ ч}.$$

Площадь гаража S, м^2, вычисляем по формуле

$$S = LB,$$

где L — длина гаража, м;

B — ширина гаража, м.

Получим

$$S = 60 \cdot 21 = 1\,386 \text{ м}^2.$$

Количество ламп накаливания n по методу удельной освещенности находим по формуле

$$n = E_{min}\, S / Ф,$$

где E_{min} — минимальная (нормативная) удельная освещенность, лк;

Ф — световой поток источника освещения, лм.

Согласно нормам освещенности в производственных помещениях, удельная освещенность ремонтного помещения должна быть не менее E_{min}, равной 50 лк. Тогда необходимое количество ламп накаливания составит

$$n_{Л.Н} = 50 \cdot 1\,386 / 950 = 73 \text{ шт}.$$

Принимаем для освещения 73 лампы типа БК 215-225-75 мощностью $P_{Л.Н.}$, равной 75 Вт каждая.

Суммарная потребляемая мощность рассчитывается по формуле

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\Sigma P_{Л.\,Н} = n_{Л.\,Н}\, P_{Л.\,Н}.$$

Получим

$$\Sigma P_{Л.\,Н} = 73 \cdot 75 / 1\,000 = 5{,}475 \text{ кВт}.$$

При замене ламп накаливания на дуговые ртутные лампы типа ДРЛ-125 их потребное количество $n_{ДРЛ}$ определим из условия создания такой же минимальной освещенности в помещении, т. е.

$$n_{ДРЛ} = 50 \cdot 1\,386 / 5\,200 = 13{,}3 \text{ шт}.$$

Принимаем количество ламп типа ДРЛ-125, равным 14 шт., их суммарная мощность $\Sigma P_{ДРЛ}$ определяется по формуле

$$\Sigma P_{ДРЛ} = n_{ДРЛ}\, P_{ДРЛ}.$$

Получим

$$\Sigma P_{ДРЛ} = 14 \cdot 125 / 1\,000 = 1{,}75 \text{ кВт}.$$

Годовой расход электроэнергии $W_{Л.\,Н}$ лампами накаливания находим по формуле

$$W_{Л.\,Н} = \Sigma P_{Л.\,Н} T_{ГОД}.$$

Получим

$$W_{Л.\,Н} = 5{,}475 \cdot 2\,145 = 11\,744 \text{ кВ} \cdot \text{ч}.$$

Годовой расход электроэнергии $W_{ДРЛ}$ дуговыми люминесцентными лампами вычисляется по формуле

$$W_{ДРЛ} = \Sigma P_{ДРЛ} T_{ГОД.}.$$

Получим

$$W_{ДРЛ} = 1{,}75 \cdot 2\,145 = 3\,754 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Следовательно, расход электроэнергии при замене ламп накаливания на лампы ДРЛ-125 при прочих равных условиях снижается в 3 раза.

Годовую экономию электроэнергии ΔW при замене ламп накаливания на дуговые люминесцентные лампы находим по формуле

$$\Delta W = W_{Л.\,Н} - \Delta W_{ДРЛ}.$$

Получим

$$\Delta W = 11\,744 - 3\,754 = 7\,990 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Экономия денежных средств при отпускной стоимости электроэнергии, равная 170 р. за 1 кВт · ч, определяется по формуле

$$\Delta D = \Delta n C.$$

Получим

$$\Delta D = 7\,990 \cdot 0{,}170 = 1\,358{,}3 \text{ тыс. р.}$$

Полные затраты Z, тыс. р., при замене ламп накаливания на другой тип источников освещения вычисляются по формуле

$$Z = k_{Д} n_{ДРЛ}\, C_{Л},$$

где $k_{Д}$ — коэффициент, учитывающий добавочные расходы на монтаж и транспортировку, равный 1,3;

$C_{Л}$ — стоимость источника освещения (для лампы ДРЛ-150 $C_{Л}$ = 127 тыс. р.).

Получим

$$Z = 1{,}3 \cdot 14 \cdot 127 = 2\,311{,}4 \text{ тыс. р.}$$

Экономическая целесообразность замены одного типа ламп на другой определяется выражением

$$T_{Э} \geq T_{О},$$

где $T_{Э}$ — срок эксплуатации предлагаемого источника освещения, лет;

$T_{О}$ — срок окупаемости проектируемого варианта, лет.

Срок эксплуатации источника освещения $T_{Э}$ находим по формуле

$$T_{Э} = T_{Р} / T_{ГОД},$$

где $T_{Р}$ — время работы лампы по технической характеристике, ч.

Получим

$$T_{Э} = 12\,000 / 2\,145 = 5{,}6 \text{ года.}$$

Срок окупаемости (количество лет) проектируемого варианта определяется по формуле

$$T_{О} = Z / \Delta D.$$

Получим

$$T_{О} = 2\,311{,}4 / 1\,358{,}6 = 1{,}7 \text{ года.}$$

Таким образом, данный вариант замены источников света является экономически выгодным и может быть применен на практике.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3 ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Электроприводы являются основными потребителями электроэнергии в стране, на долю которых приходится более 60% всей потребляемой электроэнергии. Основными предпосылками для реальной экономии электроэнергии при эксплуатации электроприводных установок являются:

1) рост энергоемких технологий в народном хозяйстве при возрастающей сложности получения энергии, дефиците доступных энергоресурсов;

2) усложнение технологических операций и рост требований к качеству их выполнения, что определяет относительное уменьшение доли нерегулируемого привода и увеличение регулируемого;

3) бурное развитие современных технических средств управления: силовых полупроводниковых преобразователей, элементов микроэлектроники (программируемых контроллеров, микропроцессорной техники), что принципиально расширяет выполняемые функции, включая управление режимами, энергосбережение, диагностику неисправностей и т. д.;

4) появление доступных вычислительных средств, открывающих новые возможности рационального проектирования электропривода в каждом конкретном случае с учетом многих факторов, с оптимизацией различных признаков и свойств.

Рациональным с точки зрения экономии электроэнергии является применение регулируемых электроприводов с использованием преобразователей частоты тока, что позволяет загружать их на полную мощность.

Одним из наиболее энергоемких процессов в сельскохозяйственном производстве является поддержание требуемых параметров микроклимата на животноводческих, птицеводческих и свиноводческих предприятиях с использованием приточно-вытяжных вентиляционных установок. Как показывает анализ структуры потребления энергии на этих объектах, доля затрат на вентиляцию составляет 40—90% от общего расхода энергии.

В настоящее время сельским хозяйством Республики Беларусь потребляется около 3,9 млн кВт · ч электроэнергии, 50% которой используется асинхронными двигателями в количестве около 1,3 млн. Так же, как и в других странах СНГ, в подавляющем большинстве случаев применяются низкоэффективные нерегулируемые асинхронные электроприводы.

Применение энергосберегающих регулируемых электроприводов (ЭП) в приточно-вытяжных вентиляционных установках, совмещенных с отопительными системами производственных помещений, позволяет получить как поло-

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

жительный технологический эффект, так и экономию энергоресурсов от 30 до 70%. Это связано с тем, что вентиляторы, в отличие от других турбомеханизмов, работают без противодавления на сеть, вследствие чего тепловая энергия, необходимая для нагрева приточного наружного воздуха, прямо пропорциональна поступающему его количеству.

Обеспечить требуемые параметры микроклимата при оптимальных мощностях водяных калориферов можно, используя энергосберегающие технологии на основе регулируемых электроприводов.

Асинхронные электродвигатели помимо достоинств (простоты, низкой стоимости по сравнению с двигателями постоянного тока, надежности в обслуживании) обладают недостатками, одним из которых является потребление реактивной энергии из сети, что приводит к снижению коэффициента мощности питающей сети.

Коэффициент мощности определяется отношением активной мощности P, кВт, потребляемой из сети, к полной мощности S, кВт, и выражается формулой

$$\cos \varphi = P / S.$$

С целью сокращения потерь при проектировании и эксплуатации сетей с пониженным коэффициентом мощности приходиться идти на уменьшение значения сопротивления линий электропередач (ЛЭП), что влечет за собой увеличение сечения проводов, металлоемкости электроустановок и опор линий электропередач. Во избежание вышесказанного, согласно действующим Правилам устройства и эксплуатации электроустановок все потребители должны иметь коэффициент мощности не ниже нормативного значения 0,94…0,97.

Существуют естественные и искусственные способы повышения коэффициента мощности (cos φ).

Пример расчета

Определить экономию электроэнергии при увеличении степени загрузки электрического двигателя измельчителя кормов ИКВ-Ф-5А «Волгарь» при годовом объеме работ $q_{ГОД}$, равном 3 000 т. Номинальная производительность измельчителя $q_{НОМ}$ составляет 5 т / ч, номинальная мощность электродвигателя $P_{НОМ}$ равна 22 кВт. При 50%-й загрузке производительность машины q равна 2,5 т / ч, мощность на валу двигателя P — 12 кВт, η — 0,7, cos φ — 0,7. При 80%-й загрузке производительность машины q составляет 4 т / ч, мощность на валу двигателя P — 18 кВт, η — 0,8, cos φ — 0,85.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Стоимость 1 кВт · ч электроэнергии принять по действующему в настоящее время тарифу C, равной 170 р. / кВт · ч.

Решение

Время работы T, ч, измельчителя в течении года определяем по формуле

$$T = q_{\text{ГОД}} / q.$$

При 50%-й загрузке время работы $T_{50\%}$ измельчителя составит

$$T_{50\%} = 3\,000 / 2{,}5 = 1\,200 \text{ ч},$$

при 80%-й загрузке —

$$T_{50\%} = 3\,000 / 4 = 750 \text{ ч}.$$

Активная мощность $P_{\text{С}}$, кВт, потребляемая двигателем из питающей сети, определяется по формуле

$$P_{\text{С}} = P / \eta.$$

При 50%-й загрузке активная мощность $P_{\text{С}50\%}$, потребляемая двигателем из питающей сети, составит

$$P_{\text{С}50\%} = 12 / 0{,}7 = 17{,}4 \text{ кВт},$$

при 80%-й загрузке —

$$P_{\text{С}80\%} = 18 / 0{,}8 = 22{,}5 \text{ кВт}.$$

Потребление в течении года электрической энергии W, кВт · ч, находим по формуле

$$W = P_{\text{С}} T.$$

При 50%-й загрузке потребление в течении года электрической энергии $W_{50\%}$ составит

$$W_{50\%} = 17{,}4 \cdot 1\,200 = 20\,880 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

при 80%-й загрузке —

$$W_{80\%} = 22{,}5 \cdot 750 = 16\,875 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия электроэнергии ΔW при увеличении степени загрузки определяется по формуле

$$\Delta W = W_{50\%} - W_{0\%}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Получим

$$\Delta W = 20\,880 - 16\,875 = 4\,005 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия денежных средств ΔD вычисляется по формуле

$$\Delta D = \Delta W\, C.$$

Получим

$$\Delta D = 4\,005 \cdot 0{,}170 = 680{,}85 \text{ тыс. р.}$$

Следовательно, путем повышения степени загрузки измельчителя «Волгарь» с 50% до 80% достигается сокращение потребления электрической энергии на 19%.

Одновременно со снижением потребления электрической энергии происходит уменьшение их потерь в питающих проводах. Это происходит благодаря повышению коэффициента мощности двигателя при увеличении степени его загрузки.

В расчете принимаем, что электродвигатель запитывается от трехфазной сети с линейным напряжением $U_Л$, равным 380 В по питающему кабелю с длиной L, равной 15 м. Площадь поперечного сечения одного линейного метра провода s составляет $8 \cdot 10^{-6}$ м^2, материал — алюминий с удельным сопротивлением ρ, равным $2{,}65 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

Сопротивление питающего провода R, Ом, находим по формуле

$$R = \rho\, L / S.$$

Получим

$$R = 2{,}65 \cdot 10^{-8} \cdot 15 / 8 \cdot 10^{-6} = 0{,}05 \text{ Ом}.$$

Полная мощность S, кВА, потребляемая из сети, определяется по формуле

$$S = P_С / \cos\varphi.$$

При 50%-й загрузке полная мощность $S_{50\%}$ составит

$$S_{50\%} = 17{,}4 / 0{,}7 = 24{,}9 \text{ кВА},$$

при 80%-й загрузке —

$$S_{80\%} = 22{,}5 / 0{,}8 = 26{,}5 \text{ кВА}.$$

Ток I, А, протекающий по питающим проводам, рассчитывается по формуле

$$I = \frac{1\,000 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_Л}.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

При 50%-й загрузке ток $I_{50\%}$ составит

$$I_{50\%} = \frac{1\,000 \cdot 24,9}{\sqrt{3} \cdot 380} = 37,8 \text{ А},$$

при 80%-й загрузке —

$$I_{80\%} = \frac{1\,000 \cdot 26,5}{\sqrt{3} \cdot 380} = 40,2 \text{ А}.$$

Потери W', кВт · ч, электроэнергии в питающих проводах определяются по формуле

$$W' = \frac{3I^2RT}{1\,000}.$$

При 50%-й загрузке потери электроэнергии $W'_{50\%}$ составят

$$W'_{50\%} = \frac{3 \cdot 37,8^2 \cdot 0,05 \cdot 1\,200}{1\,000} = 256,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

при 80%-й загрузке —

$$W'_{80\%} = \frac{3 \cdot 40,2^2 \cdot 0,05 \cdot 750}{1\,000} = 181,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Уменьшение потерь электроэнергии $\Delta W'$ в питающих проводах при увеличении степени загрузки определяется по формуле

$$\Delta W' = W'_{50\%} - W'_{80\%}.$$

Получим

$$\Delta W' = 256,7 - 181,4 = 75,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия денежных средств $\Delta D'$ вычисляется по формуле

$$\Delta D' = \Delta W' C.$$

Получим

$$\Delta D' = 75,5 \cdot 0,170 = 12,85 \text{ тыс. р.}$$

Годовой экономический эффект ΣD равен

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\Sigma D = \Delta D + \Delta D'.$$

Получим

$$\Sigma D = 680{,}85 + 12{,}85 = 693{,}7 \text{ тыс. р.}$$

Таким образом, более полная загрузка электропривода измельчителя кормов при принятых условиях позволяет уменьшить потери в питающих проводах на 29,5% и получить годовой экономический эффект в 693,7 тыс. р. при годовой загрузке машины в 3 000 т.

4 ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Потенциальная возможность эффективного энергосбережения средствами регулируемого электропривода прежде всего относится к следующим областям:

1) в системах водоснабжения, водоотведения, отопления и вентиляции, где перспективным является широкое внедрение частотно-регулируемых асинхронных электроприводов для регулирования скорости вращения насосов, вентиляторов, нагнетателей, воздуходувок, компрессоров и т. п.

Значительное уменьшение момента нагрузки при снижении скорости вращения приводного двигателя, характерное для этих механизмов, обеспечивает при использовании регулируемого электропривода экономию электроэнергии до 50% и позволяет создать принципиально новую технологию транспортировки воды, воздуха и т. д. с эффективным регулированием производительности агрегата. Кроме того, поддержание в системе минимально необходимого давления значительно уменьшает непроизводительный расход транспортируемого продукта, снижает аварийность и увеличивает срок службы гидравлических и пневматических сетей. Опыт применения частотно-регулируемых электроприводов в водоснабжении показывает, что таким образом можно сэкономить до 25% воды и соответственно снизить эксплуатационные затраты;

2) в системах поддержания заданного уровня жидкости в резервуарах на водоразборных, очистных сооружениях и других объектах промышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства. В этих системах применение регулируемого электропривода дает эффект, аналогичный тому, который достигается в системах водоснабжения;

3) в электросталеплавильном производстве и других энергоемких процессах;

4) на подъемно-транспортных механизмах — кранах, подъемниках, лифтах при их модернизации путем установки современной преобразовательной техники, в том числе с рекуперацией энергии в сеть там, где это целесообразно. Большинство электроприводов подъемных механизмов имеют релейно-контакторную

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

схему управления при регулировании скорости переключением ступеней сопротивления в цепи ротора асинхронного двигателя, в цепи якоря двигателя постоянного тока, а также при использовании многоскоростных двигателей. Реостатное регулирование, используемое для изменения скорости, отличается крайне низкой энергетической эффективностью и сопровождается значительными потерями.

В данной области переход на современные регулируемые электроприводы дает следующие преимущества:

1) обеспечивается плавное в широком диапазоне регулирование скорости при существенном снижении энергопотребления;

2) преобразователи с возможностью рекуперации при опускании груза обеспечивают возврат электроэнергии в сеть вместо сброса ее на тормозные сопротивления;

3) существенно повышаются точность и качество регулирования скорости;

4) плавность пуска и торможения, отсутствие резких толчков увеличивают срок службы всех механических элементов подъемно-транспортных устройств, повышают комфортность управления и обеспечивают сохранность груза.

Эффективность применения регулируемого электропривода рассмотрим на примере насосной установки.

Относительная скорость вращения насоса при снижении давления в подающем трубопроводе определяется из соотношения

$$\frac{P}{P_{\text{НОМ}}} = \frac{n^2}{n_{\text{НОМ}}{}^2},$$

откуда частота вращения n, об / мин, равна

$$n = \sqrt{\frac{P n_{\text{НОМ}}{}^2}{P_{\text{НОМ}}}},$$

где P — давление в напорном трубопроводе, кПа;

$P_{\text{НОМ}}$ — номинальное давление в напорном трубопроводе, кПа;

$n_{\text{НОМ}}$ — номинальная частота вращения электродвигателя, об / мин.

Регулирование расхода (производительности) насоса при неизменном давлении в подающем трубопроводе определяется соотношением

$$\frac{Q}{Q_{\text{НОМ}}} = \frac{n}{n_{\text{НОМ}}},$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

где Q — фактическая производительность насоса, м^3 / ч;

$Q_{НОМ}$ — номинальная производительность насоса при заданном давлении, м^3 / ч.

Мощность на валу насоса N при работе на пониженном давлении рассчитывается по формуле

$$N = N_{НОМ} \frac{n^3}{n_{НОМ}{}^3},$$

где $N_{НОМ}$ — номинальная мощность на валу насоса, кВт;

n — частота вращения электродвигателя при работе на пониженном давлении (производительности) в напорном трубопроводе, об / мин;

$n_{НОМ}$ — номинальные обороты электродвигателя, об / мин.

Годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной скоростью $W_{НОМ}$, кВт · ч, вычисляется по формуле

$$W_{НОМ} = k_И N_{НОМ} T,$$

где T — количество часов работы, ч;

$k_И$ — коэффициент использования мощности электродвигателя.

Годовой расход электроэнергии при работе насоса с регулируемым электроприводом W определяется по формуле

$$W = k_И N T.$$

Годовую экономию электроэнергии ΔW при работе насоса с регулируемым электроприводом, по сравнению с насосом с обычным электроприводом, находим по формуле

$$\Delta W = W_{НОМ} - W.$$

Годовая экономия условного топлива ΔB, т у. т., от внедрения регулируемого электропривода с учетом потерь на транспорт электроэнергии в электросетях рассчитывается по формуле

$$\Delta B = \Delta W b_Э \left(1 + \frac{k_{ПОТ}}{100}\right) \cdot 10^{-3},$$

где $b_Э$ — удельный расход топлива на отпуск электроэнергии (0,30…0,35 кг у. т. / / кВт · ч);

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$k_{ПОТ}$ — относительные потери электроэнергии в электрических сетях ($k_{ПОТ}$ = 0,05…0,15).

Пример расчета

Определить экономию электроэнергии и денежных средств за время работы 2 920 ч при снижении напора в подающем трубопроводе насосной установки с 29 до 24 м, снижении производительности насоса с 150 до 130 м^3 / ч, КПД насоса η, равном 0,85 и номинальной частоте вращения электродвигателя $n_{НОМ}$ — 950 об / мин.

Решение

Частота вращения электродвигателя n при снижении давления определяется по формуле

$$n = \sqrt{\frac{P n_{НОМ}^2}{P_{НОМ}}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 950^2}{29}} = 864 \text{ об / мин.}$$

Номинальная мощность насоса $N_{НОМ}$ составляет

$$N_{НОМ} = P_{НОМ}\, Q_{НОМ} / (3\,600 \cdot \eta) = 29 \cdot 150 / (3\,600 \cdot 0{,}85) = 1{,}42 \text{ кВт.}$$

Мощность насоса N при пониженном давлении и производительности рассчитывается по формуле

$$N = N_{НОМ} \frac{n^3}{n_{НОМ}^3} = 1{,}42 \frac{864^3}{950^3} = 1{,}07 \text{ кВт.}$$

Коэффициент использования мощности электродвигателя определяется следующим образом:

а) в номинальном режиме работы насоса —

$$k_{И.НОМ} = N_{НОМ} / N_{ДВ} = 1{,}42 / 2{,}2 = 0{,}64;$$

б) при пониженном давлении и напоре —

$$k_{И} = N / N_{ДВ} = 1{,}07 / 2{,}2 = 0{,}49.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Годовой расход электроэнергии вычисляется следующим образом:

а) при работе насоса с номинальными давлением и напором —

$$W_{\text{НОМ}} = k_{\text{И.НОМ}} N_{\text{НОМ}} T = 0{,}64 \cdot 2{,}2 \cdot 2\,920 = 4\,111 \text{ кВт} \cdot \text{ч.};$$

б) при работе насоса с пониженными давлением и напором —

$$W = k_{\text{И}} N T = 0{,}49 \cdot 2{,}2 \cdot 2\,920 = 3\,148 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Годовая экономия электроэнергии ΔW при работе насоса с регулируемым электроприводом определяется по формуле

$$\Delta W = W_{\text{НОМ}} - W = 4\,111 - 3\,148 = 963 \text{ кВ} \cdot \text{ч.}$$

Стоимость потребляемой энергии D, тыс. р., находим по формуле

$$D = WC,$$

где C — стоимость 1 кВт · ч, равная 170 р.

Получим стоимость потребляемой энергии:

$$D = 4\,111 \cdot 0{,}170 = 699 \text{ тыс. р.};$$

$$D' = 3\,148 \cdot 0{,}170 = 535 \text{ тыс. р.}$$

Экономия денежных средств ΔD, тыс. р., определяется по формуле

$$\Delta D = D_1 - D_2.$$

Получим

$$\Delta D = 699 - 535 = 164 \text{ тыс. р.}$$

Годовая экономия условного топлива ΔB от внедрения регулируемого электропривода с учетом потерь на транспорт электроэнергии в электросетях при удельном расходе топлива на отпуск электроэнергии $b_{\text{Э}}$, равном 0,32 кг у. т. / / кВт · ч, и потерях в электросетях $k_{\text{ПОТ}}$ — 10% составит

$$\Delta B = 963 \cdot 0{,}320 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}339 \text{ т у.т.}$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5 РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Значительная экономия тепловой энергии в зданиях и сооружениях обеспечивается с помощью электронных терморегуляторов, обеспечивающих изменение температуры поступающего теплоносителя в системе отопления зависимости от времени суток (суточная программа) либо дня недели (недельная программа).

Расчетная тепловая мощность системы отопления P_0 , Гкал / ч, для поддержания заданной температуры внутри помещения в течение наиболее холодного (расчетного) периода отопительного сезона определяется по формуле

$$P_0 = \alpha\, q_0\, V\,(t_{1\text{Р}} - t_{2\text{Р}}) \cdot 10^{-6},$$

где α — поправочный коэффициент (приложение К);

q_0 — удельная отопительная характеристика здания (*см.* приложение К);

V — объем здания, м^2;

$t_{1\text{Р}}$ — расчетная температура внутри помещения, °С;

$t_{2\text{Р}}$ — расчетная наружная температура для проектирования системы отопления, °С.

Средняя тепловая мощность P в течение всего отопительного сезона вычисляется по формуле

$$P = kP_0,$$

где k — коэффициент, учитывающий изменение температуры наружного воздуха, определяемый по формуле

$$k = \frac{t_{1\text{Р}} - t_{2\text{СР}}}{t_{1\text{Р}} - t_{2\text{Р}}},$$

где $t_{2\text{СР}}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон (для климатических условий Беларуси $t_{2\text{СР}}$ составляет –0,7°С).

Расход тепла Q, Гкал, в течение отопительного сезона находим по формуле

$$Q = PT',$$

где T' — продолжительность отопительного сезона в часах.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Расчетная тепловая мощность P'_0, Гкал / ч, системы отопления при снижении температуры в нерабочее время определяется по формуле

$$P'_0 = \alpha\, q_0\, V \left(t'_{1P} - t'_{2P}\right) \cdot 10^{-6},$$

где t'_{1P} — температура внутри помещения, равная 8°С.

Средняя тепловая мощность P' при снижении температуры в нерабочее время в течение отопительного сезона находим по формуле

$$P' = k'\, P'_0,$$

где k' — коэффициент, учитывающий изменение температуры наружного воздуха, определяемый по формуле

$$k' = \frac{t'_{1P} - t_{1CP}}{t'_{1P} - t_{2P}}.$$

Расход тепла Q', Гкал, в течение отопительного сезона при снижении температуры в нерабочее время вычисляется по формуле

$$Q' = P\, T_P + P(T_{HP} + T_{BП}),$$

где T_{HP} — продолжительность нерабочего времени в сутки в рабочие дни, ч;

$T_{BП}$ — продолжительность времени выходных и праздничных дней (55 суток за отопительный сезон), ч;

Экономия тепла ΔQ, Гкал, за отопительный сезон определяется по формуле

$$\Delta Q = Q - Q'.$$

Пример расчета

Определить годовую экономию тепловой энергии при снижении температуры в нерабочее время с 20°С до 14°С в административном здании с наружными размерами 12,4 × 6,4 × 6,2 м.

Решение

Строительный объем здания V, м^3, определяется по формуле

$$V = b\, l\, h = 12{,}4 \cdot 6{,}4 \cdot 6{,}2 = 492 \text{ м}^3.$$

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Расчетная тепловая мощность системы отопления P_0 для поддержания заданной температуры внутри помещения в течение наиболее холодного (расчетного) периода отопительного сезона составит

$$P_0 = 0{,}71 \cdot 1{,}17 \cdot 492\ (20 + 20) \cdot 10^{-6} = 0{,}0163 \text{ Гкал / ч.}$$

Значение коэффициента k, учитывающего изменение температуры наружного воздуха, составит

$$k = \frac{20 + 0{,}7}{20 + 20} = 0{,}52.$$

Средняя тепловая мощность P в течение всего отопительного сезона составит

$$P = 0{,}0163 \cdot 0{,}52 = 0{,}0085 \text{ Гкал / ч.}$$

Расход тепла Q в течение отопительного сезона продолжительностью 155 дней составит

$$Q = 0{,}0085 \cdot 155 \cdot 24 = 31{,}62 \text{ Гкал.}$$

Расчетная тепловая мощность системы отопления при снижении температуры в нерабочее время P'_0, Гкал / ч, определяется следующим образом:

$$P'_0 = 0{,}71 \cdot 1{,}17 \cdot 492 \cdot (12 + 20) \cdot 10^{-6} = 0{,}013 \text{ Гкал / ч.}$$

Значение коэффициента k', учитывающего изменение температуры наружного воздуха, определяетмя следующим образом:

$$k' = \frac{12 + 0{,}7}{12 + 20} = 0{,}4.$$

Средняя тепловая мощность P' в течение всего отопительного сезона составит

$$P' = 0{,}013 \cdot 0{,}4 = 0{,}0052 \text{ Гкал / ч.}$$

Расход тепла Q' в течение отопительного сезона при снижении температуры в нерабочее время составит

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$Q' = 0{,}0085 \cdot 125 \cdot 8 + 0{,}0052 \cdot (125 \cdot 16 + 55 \cdot 24) = 25{,}76 \text{ Гкал.}$$

Экономия тепла за отопительный сезон ΔQ определяется следующим образом:

$$\Delta Q = 31{,}62 - 25{,}76 = 5{,}86 \text{ Гкал.}$$

Приведенные расчеты показывают, что экономия тепла составляет 18,5%.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Коэффициент теплопроводности основных строительных материалов

Типы строительных материалов	Коэффициент теплопроводности, Вт / (м · °С)
Бетон на гравии или щебне из природного камня (плотность 2 400 кг / м^3)	1,86
Бетон на доменных гранулированных шлаках (плотность 1 800 кг / м^3)	0,81
Газо- и пено- золобетон (плотность 800 кг / м^3)	0,41
Газо- и пено- золобетон (плотность 1 000 кг / м^3)	0,50
Газо- и пено- золобетон (плотность 1 200 кг / м^3)	0,58
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат (плотность 300…400 кг / м^3)	0,13…0,15
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат (плотность 600 кг / м^3)	0,26
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат (плотность 800 кг / м^3)	0,37
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат (плотность 1 000 кг / м^3)	0,47
Железобетон (плотность 2 500 кг / м^3)	2,04
Картон облицовочный	0,23
Кирпич керамический пустотный (плотность 1 300 кг / м^3)	0,58
Кирпич керамический (плотность 1 400 кг / м^3)	0,64
Кирпичная кладка (кирпич глиняный, плотность 1 800 кг / м^3)	0,81
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	0,21
Минеральная вата	0,045
Маты минераловатные прошивные	0,07
Пенопласт ПХВ-1	0,064
Пенополистирол (плотность 40…150 кг / м^3)	0,05…0,06
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (плотность 200 кг / м^3)	0,08
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (плотность 400 кг / м^3)	0,13
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (плотность 600 кг / м^3)	0,16
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (плотность 800 кг / м^3)	0,23
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (плотность 1 000 кг / м^3)	0,29
Сосна и ель поперек волокон	0,18
Страмит	0,08

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Костромит	0,075
Арболит	0,08
Фибролит	0,01
Фанера клееная	0,18

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Параметры внутреннего воздуха в холодное время года

Тип животноводческого помещения	Температура воздуха, °С	
	оптимальная	отклонение от оптимальной
Коровники и помещения для молодняка: привязное содержание	8	3...15
беспривязное содержание	5	–5...+5
родильное отделение с профилакторием	10	8...15
телятник	5	3...16
доильное отделение	15	12...18
Свинарники: для холостых и легкосупоросных маток и хряков-производителей	12	10...16
помещение для ремонтного молодняка и поросят-отъемышей	16	12...22
свинарник-маточник для тяжелосупоросных и подсосных маток	18	12...22
помещение для свиней в первый период откорма	18	16...21
свинарник-откормочник во второй период откорма	16	14...18
Овчарни: для содержания баранов, маток, молодняка и валухов	Не нормируется	
манеж в бараннике	20	18...22
родильное отделение в тепляке	15	10...18
Птичники: для взрослых кур разных пород	12...16	—
для взрослых индеек	12...16	—
для взрослых уток	7...10	—
для молодняка кур от 1 до 210 дней	22...12 / 24...16	35...19
для молодняка индеек от 1 до 18 дней	22...18 / 24	35...20
для молодняка уток от 1 до 180 дней	22...7 / 22	21...18

Примечания. 1. В числителе указана температура при напольном содержании птицы (в местах обогрева), в знаменателе — температура при клеточном содержании. 2. Приведенные нормы температуры при отсутствии или недостатке подстилки в помещениях должны быть повышены для взрослого скота и молодняка при беспривязном содержании на 5°С, при привязном — на 3°С, для телят — на 7°С. 3. В теплый период года температура воздуха помещений должна не более чем на 5°С превышать наружную температуру.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Примерные нормы выделения теплоты животными и птицей

Вид животных (птицы)	Масса, кг	Количество свободной теплоты, кДж / ч
Коровы сухостойные	300	1 825
	400	2 380
	600	2 800
Коровы лактирующие с удоем 10 дм^3	300	1 950
	400	2 300
	500	2 600
	600	2 880
Коровы лактирующие с удоем 30 дм^3	400	3 540
	600	4 050
	800	4 550
Телята в возрасте до 1 месяца	30	302
	50	524
	80	775
Телята в возрасте от 1 до 3 месяцев	60	650
	100	850
	130	1 150
Телята в возрасте от 3 до 4 месяцев	90	747
	150	1 150
	200	1 520
Молодняк КРС в возрасте от 4 месяцев до 1 года	120	973
	250	1 500
	350	1 970
Свиноматки супоросные	100	790
	150	940
	200	1 120
Свиноматки подсосные с поросятами	100	1 780
	150	2 030
	200	2 350

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Окончание табл.

Вид животных (птицы)	Масса, кг	Количество свободной теплоты, кДж / ч
Свиньи на откорме	100	970
	200	1 290
	300	1 700
Куры яичного направления в возрасте:		
1...10 дней	0,06	56,6
11. ..30 дней	0,25	36,9
31...60 дней	0,60	31,0
61...150 дней	1,3	28,5
151...180 дней	1,6	26,8
Куры мясного направления в возрасте:		
1...10 дней	0,08	54,2
11...30 дней	0,35	34,0
31...60 дней	1,2—1,4	30,2
61...150 дней	1,8	28,1
151...210 дней	2,5	25,2
Индейки в возрасте:		
1...10 дней	0,1	44,0
11...30 дней	0,6	35,2
31...60 дней	1,5	30,2
61...120 дней	4,0	26,8
121...180 дней	6,0	25,2
Утки в возрасте:		
1... 10 дней	0,3	58,8
11...30 дней	1,0	42,4
31...55 дней	2,2	20,1
56...180 дней	3,0	16,8

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Нормы освещенности в производственных помещениях и открытых пространствах

Наименование объекта рабочей поверхности	Минимальная освещенность E_{min}, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
1. Животноводческие помещения		
Коровник привязного содержания: с доением в стойлах	15—20	На уровне 0,5 м от пола
с доением на доильной площадке	10—15	
Коровник беспривязного содержания	10—15	
Телятник с клеточным содержанием	10	На уровне пола
Телятник для молодняка с беспривязным содержанием в отсеках	10	
Свинарник-маточник	10	
Свинарник-откормочник	5	
Столовая для свиней	10	
Конюшня: в стойлах	5	
в проходе	10	
Овчарня	10	
2. Птицеводческие помещения		
Птичник с содержанием птицы на глубокой подстилке	15	На уровне пола
Птичник с клеточным содержанием	20	На уровне пола и на фронте клеток на высоте 1,2 м от пола
Инкубаторный зал	30	На уровне пола
Склад яиц	10	
Моечная для яиц	20	На уровне 0,7 м от пола
3. Вспомогательные помещения в животноводстве		
Молочный блок	30	На уровне 0,5 м от пола
Помещения для санобработки животных	30	На уровне 0,8 м от пола
Помещения для отдыха обслуживающего персонала	50	

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Продолжение табл.

Наименование объекта рабочей поверхности	Минимальная освещенность E_{min}, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Доильная площадка	20—30	Горизонтальная и вертикальная на уровне 0,5 м от пола
Кормокухня и кормоцех	30	На уровне пола
Хранилище для картофеля и корнеплодов	10	
Котельная	10—30	Горизонтальная на полу и вертикальная на высоте 0,8 м от пола
4. Цеха металлообработки		
Станочное оборудование: помещение	50	На уровне 0,8 м от пола
станки	500	Место основной работы
Сборочное отделение: помещение	50	На уровне пола
верстаки, разметочные плиты	500	Место основной работы
Инструментальное и шлифовально-заточное отделения: помещение	100	На уровне 0,8 м от иола
верстаки и станки	1 000	Место основной работы
Кузнечный и сварочный цехи	50	На уровне пола
5. Цехи деревообработки		
Столярно-сборочное и ремонтно-строительное отделения	75	На уровне 0,8 м от пола
Плотницкое отделение	50	На уровне пола
Лесопильный цех: помещение	20	На уровне пола
пилорама	50	Место основной работы
Малярное отделение	50	На уровне пола
6. Гаражи		
Закрытая стоянка автомашин	10	На уровне пола
Ремонтный зал и профилакторий	50	
Зарядная аккумуляторов	50	

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Окончание табл.

Наименование объекта рабочей поверхности	Минимальная освещенность E_{min}, лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Моечная	20	
Склад резины и запчастей	10	
Открытая стоянка автомашин	5	На уровне земли
7. Склады		
Материальный склад, инструментальная, кладовая	20	Полки стеллажей
Склад оборудования и запчастей	10	На уровне пола
Склад стройматериалов	5	
Склад ГСМ	10	
8. Открытые пространства для животноводческих и птицеводческих ферм		
Кормовая площадка (кормушки)	5	Горизонтальная на уровне 0,5 м от земли
Выгульная площадка	2	Горизонтальная на уровне земли
Навес для птиц	5	
Площадка или навес для хранения сена и подстилки	2	
Силосохранилище	2	
Весовая площадка	10	
Проезды	0,5	
Входы в помещения	2	

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Основные параметры ламп накаливания

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя
Б 230-25	230	25	230	E27
Б 230-40		40	415	E27
Б 230-60		60	710	E27
Б 230-75		75	935	E27
Б 230-200		200	3 040	E27
Б 240-100	240	100	1 330	E27
Б 240-150		150	2 140	E27
Б 240-25		25	225	E27
Б 240-40		40	410	E27
Б 240-60		60	700	E27
Б 240-75		75	925	E27
БО 125-135-100	125—135	100	1 386	E27
БО 125-135-40		40	405	E27
БО 125-135-60		60	675	E27
БО 230-100	230	100	1 206	E27
БО 230-200		200	2 736	E27
БО 230-25-1		25	207	E27
БО 230-40-1		40	374	E27
БО 230-60-1		60	639	E27
БО 230-75-1		75	842	E27
БО 240-100-1	240	100	1 330	E27
БО 240-150		150	1 926	E27
БО 240-25-1		25	203	E27
БО 240-40-1		40	369	E27
БО 240-60-1		60	630	E27
БО 240-75-1		75	833	E27
РН 215-225-500-1	215—225	500	8 400	E40

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Окончание табл.

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя
РН 220-230-1000	220—230	1 000	17 500	Е40
РН 220-230-300-1		300	4 800	Е27
РН 220-230-300-3		300	4 800	Е40
РН 220-230-750		750	13 100	Е40
РН 230-240-300	230—240	300	4 800	Е40
РН 230-240-500		500	8 300	Е40

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Основные параметры люминесцентных ламп низкого давления

Новое обозначение	Старое обозна-чение	Номинальная мощность, Вт	Номинальное напряже-ние, В	Номи-нальный ток, А	Диаметр, мм	Длина, мм	Световой поток, лм	Стоимость, р.
L 18-735	ЛБ-18	18	57	0,37	26,5	589,8	1 060	8 600
L 18-765	ЛД-18						880	
SL 20 / 32 735	ЛБ-20-2	20	65	0,35	32,4	589,8	1 060	9 100
SL 20 / 32 765	ЛД-20-2						880	
SL 30 / 26 735	ЛБ-30	30	106	0,365	26,5	894,0	2 020	10 000
SL 30 / 26 765	ЛД-30						2 300	
L 36- 735	ЛБ-36	36	103	0,43	26,5	1 199,4	2 800	13 000
L 36- 765	ЛД-36						2 300	
SL 40 / 32 735	ЛБ-40-2	40	110	0,41	32,4	1 194,4	2 800	11 000
SL 40 / 32 765	ЛД-40-2						2 300	
SL 40 / 38 735	ЛБ-40	40	103	0,43	38,2	1 199,4	2 800	10 100
SL 40 / 38 765	ЛД-40						2 300	
SL 65 / 38 735	ЛБ-65	65	110	0,67	38,2	1 500,0	4 600	11 700
SL 65 / 38 765	ЛД-65						3 750	
SL 80 / 38 735	ЛБ-80	80	99	0,87	38,2	1 500,0	5 200	13 800
SL 80 / 38 765	ЛД-80						4 250	
SLU 30 / 26 735	ЛБУ-30	30	104	0,365	26,5	85	1 980	10 000

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Основные параметры компактных люминесцентных ламп со встроенным электронным пускорегулирующим аппаратом (ПРА)

Тип ламп	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Габариты, мм		Тип цоколя	Стоимость, р.
					длина	диаметр колбы		
КЛЭ11-4	220	11	600	8 000	145	13	Е27	7 800
КЛЭ15-4	220	15	900	8 000	180	13	Е27	8 000
КЛЭ20-4	220	20	1 200	8 000	200	13	Е27	8 100
КЛЭ15-6	220	15	900	8 000	155	13	Е27	8 000
КЛЭ20-6	220	20	1200	8 000	170	13	Е27	8 100
КЛЭ23-6	220	23	1 500	8 000	185	13	Е27	9 500

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Основные параметры газоразрядных ламп давления

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Габариты, мм		Тип цоколя	Стоимость, р.
				длина	диаметр		
Дуговые ртутные лампы высокого давления типов ДРЛ и ДРВ							
ДРЛ 125	125	6 000	18 000	178	76	Е27	7 500
ДРЛ 250	250	13 000	18 000	228	91	Е40	10 500
ДРЛ 400	400	23 500	18 000	292	122	Е40	13 200
ДРЛ 700	700	40 600	20 000	355	152	Е40	36 500
ДРВ 160-1	160	2 500	6 000	178	76	Е27	9 500
ДРВ 250	250	4 600	6 000	228	91	Е40	14 500
ДРВ 500	500	12 250	6 000	292	122	Е40	22 000
Натриевые газоразрядные лампы высокого давления типа ДНаТ							
ДНаТ 50	50	3 600	12 000	165	42	Е27/27	14 300
ДНаТ 70	70	6 000	12 000	165	42	Е27/27	14 800
ДНаТ 100	100	9 500	16 000	211	48	Е40/45	20 000
ДНаТ 150	150	15 000	16 000	211	48	Е40/45	21 500
ДНаТ 250	250	27 500	20 000	257	48	Е40/45	26 600
ДНаТ 360	360	34 000	12 000	285	48	Е40/45	30 400
ДНаТ 400	400	48 000	20 000	285	48	Е40/45	32 300
ДНаТЭл Мт 220	220	17 000	12 000	226	90	*Е*40/45	27 400
ДНаТЭл Мт 350	350	25 000	12 000	290	122	*Е*40/45	28 900
Металлогалогенные разрядные лампы							
ДРИ 250-Б	250	19 500	10 000	245	46	Е40	46 600
ДРИ 400-Б	400	33 000	10 000	275	46	Е40	52 000

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Удельная отопительная характеристика зданий для районов с наружной температурой –30°С

Наружный строительный объем зданий, м³	Удельная отопительная характеристика, ккал / м³ · ч · °С	Наружный строительный объем зданий, м³	Удельная отопительная характеристика, ккал / м³ · ч · °С
100	0,92	02 500	0,52
200	0,82	03 000	0,50
300	0,78	03 500	0,48
400	0,74	04 000	0,47
500	0,71	05 000	0,45
600	0,69	06 000	0,43
700	0,68	07 000	0,42
800	0,67	08 000	0,41
900	0,66	09 000	0,40
1 000	0,65	10 000	0,39
1 100	0,62	12 000	0,38
1 200	0,60	15 000	0,37
1 300	0,59	20 000	0,37
1 400	0,58	30 000	0,36
1 500	0,57	40 000	0,35
1 700	0,55	50 000	0,34
2 000	0,53		

Примечание. При другой расчетной температуре наружного воздуха к указанным значениям следует применять поправочный коэффициент.

0°С	–5°С	–10°С	–15°С	–20°С	–25°С	–35°С	–40°С
2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	0,95	0,9

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Андрижиевский, А. А.* Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. — 2-е изд., испр. — Минск : Выш. шк., 2005. — 294 с.

2. *Бобров, Ю. Л.* Новые теплоизоляционные материалы в сельском строительстве / Ю. Л. Бобров. — М. : Стройиздат, 1974. — 111 с.

3. *Головков, С. И.* Энергетическое использование древесных отходов / С. И. Головков, И. Ф.Коперин, В. И. Найденов — М. : Лесн. пром-сть, 1987. — 224 с.

4. *Дайнеко, В. А.* Применение электрической энергии в сельском хозяйстве / В. А. Дайнеко, А. В. Крутов. — Минск : Ураджай, 2001. — 300 с.

5. *Драганов, Б. Х.* Использование возобновляемых и вторичных энергоресурсов в сельском хозяйстве / Б. Х. Драганов. — Киев : Выща школа. — 1988. — 56 с.

6. *Еремкин А. И.* Тепловой режим здания : учеб. пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — М. : АСВ, 2000 — 368 с.

7. *Марочкин, В. К.* Экономия топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве / В. К. Марочкин, Н. Д. Вайлук, М. Ю. Бриловский. — Минск : Ураджай, 1987. — 152 с.

8. Об энергосбережении : Закон Респ. Беларусь от 15 июля 1998 г. (в ред. 8 июля 2008 г.) // ВИС РБ. — 1998. — № 31.

9. Основы энергосбережения / под. ред. Хутской. — Минск : Тэхнологія, 1999. — 100 с.

10. *Поспелова, Т. Г.* Основы энергосбережения / Т. Г. Паспелова. — Минск : Технопринт, 2000. — 353 с.

11. *Самойлов, М. В.* Основы энергосбережения / М. В. Самойлов. — Минск : БГЭУ, 2002. — 198 с.

12. Теплоизоляционные материалы и конструкции / Ю. Л. Бобров [и др.]. — М. : ИНФРА-М, 2003. — 268 с. : ил.

13. Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства : Директива Президента Респ. Беларусь, 14 июня 2007 г., № 3 // НРПА РБ. — 2007. — № 1 / 8668.

14. *Яковчик, Н. С.* Энергоресурсосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко. — Барановичи : Укрупн. тип., 1999. — 380 с.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Учебное издание

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Методические рекомендации по выполнению раздела «Энергосбережение» дипломных проектов по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства

Составители: *И. В. Дубень, С. И. Козлов, Ю. И. Шадид*

Корректор *И. И. Ананько*
Технический редактор *М. Л. Потапчик*
Компьютерная верстка *В. В. Кукреш*

Ответственный за выпуск *Е. Г. Хохол*

Подписано в печать 08.02.2010.
Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,46.
Заказ 27. Тираж 80 экз.

ЛИ 02330/0133468 от 09.02.2005

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Барановичский государственный университет»,
225404, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Репозиторий БарГУ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com