

Резервы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве

Цель работы: изучить способы и методы экономии электрической энергии при эксплуатации светотехнических установок.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить технические характеристики различных типов светотехнических устройств.
2. Изучить основные способы экономии электроэнергии при эксплуатации светотехнических устройств.
3. Составить отчет о выполненной работе.

Общие сведения

Электрическими источниками оптического излучения называются устройства, преобразующие электрическую энергию в лучистую энергию оптического спектра. По способу генерирования или излучения они делятся на температурные и люминесцентные. Первую группу составляют лампы накаливания, вторую – газоразрядные лампы низкого или высокого давления, использующие эффект электролюминесценции в газе и парах металлов, в том числе и различные люминесцентные лампы, использующие эффект электролюминесценции.

Электрическое освещение (искусственное) подразделяется на рабочее, охранное, аварийное, эвакуационное (аварийное для эвакуации). При необходимости часть светильников того или иного типа (10 – 15%) могут использоваться для дежурного освещения (в ночное время). Искусственное освещение выполняется по схеме: общее и комбинированное (к общему дополнительно устанавливается местное освещение рабочих мест). Рабочее освещение устанавливают во всех помещениях зданий, а также на участках территорий, где производятся работы, движется транспорт.

Проектирование осветительных установок производится в соответствии с нормируемой освещенностью, качественными показателями освещения (показатель ослепленности или дискомфорта), коэффициента пульсации, коэффициента запаса. Затем выбирают систему освещения, тип источников света и светильников, их размещение, производят расчет мощности осветительных

установок и применяемых ламп. Выбор освещенности производится в соответствии со строительными нормами Беларуси СНБ 2.04.05.98 «Естественное и искусственное освещение» и отраслевыми нормами освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.

Дежурное освещение предназначено для контроля непрерывных технологических процессов при отсутствии или недостатке естественного освещения и в ночное время. Например, такое освещение необходимо в родильных отделениях на животноводческих фермах для периодического контроля в нерабочее время за состоянием животных и безопасного прохода дежурного персонала в помещении. Дежурное освещение включается и отключается независимо от рабочего.

На искусственное освещение помещений для содержания животных расходуется до 10% всей потребляемой электроэнергии в сельском хозяйстве. Однако экономия электроэнергии в светотехнических установках не должна достигаться за счет ухудшения условий содержания животных и условий работы обслуживающего персонала. Установлено, что повышение освещенности в коровниках с 10 до 75 люкс молочная продуктивность животных возрастает на 7%. При оптимальных условиях освещенности производительность труда работников повышается на 5 – 7%.

Источники света (лампы) характеризуются следующими параметрами: напряжение питания U (обычно 220 В); мощность лампы P ; световой поток, люмен; 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 применяются главным образом для создания освещенности до 50 лк. Они характеризуются низкой светоотдачей (15 – 20 лм/Вт), их срок службы – до 1000 ч. Номинальный световой поток – 950 лм.

2. Люминесцентные лампы ЛДЦ, ЛД, ЛХБ, ЛТБ выпускаются единичной мощностью 8 – 80 Вт, их светоотдача – 45 – 60 лм/Вт, срок службы – до 15000 ч, $\Phi=900$ лм.

3. Дуговые ртутные лампы высокого давления ДРЛ-80, ДРЛ-250, ДРЛ-125, ДРЛ-400 имеют светоотдачу 40 – 55 лм/Вт и срок службы до 12000 ч, $\Phi=5200$ лм.

Для повышения эффективности использования осветительных установок в ближайшие пять лет будет увеличено применение люминесцентных и светодиодных ламп в 2 раза, ламп высокого давления – в 2,5 – 3,0 раза, светильников с разрядными лампами высокого давления – в 6 раз.

Одним из направлений экономии электроэнергии является замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы.

Осветительный прибор, состоящий из источника света и арматуры, называют светильником. Арматура предназначена для проведения монтажа, крепления источника света, перераспределения светового потока лампы в требуемом направлении, защиты лампы от загрязнения, воздействия окружающей среды и механических повреждений, устранения слепящего действия лампы.

Световой поток большинства источников света излучается по всем направлениям, и значительная часть его не используется полезно. Осветительная арматура изменяет направление светового потока, что создает наилучшие условия освещения рабочих мест, рассматриваемых предметов или отдельных частей помещений. В зависимости от доли светового потока, направляемого вверх или вниз (в верхнюю или нижнюю полусферу окружающего пространства), различают светильники пяти видов, прямого света (обозначаются буквой П и излучают свет в нижнюю полусферу более 80%, а в нижнюю – до 20% всего потока), преимущественно прямого света Н (излучают в нижнюю полусферу от 60 до 80%, а в нижнюю – от 20 до 40% всего светового потока), рассеянного света Р (излучают в нижнюю и верхнюю полусферы от 40 до 60% всего светового потока), преимущественно отраженного света В (излучают в нижнюю полусферу от 20 до 40%, а в верхнюю – от 60 до 80% всего светового потока) и светильники отраженного света О, которые излучают в нижнюю полусферу не менее 20%, а в верхнюю – не менее 80% всего светового потока. Светильники имеют семь типовых кривых распределения силы света в различных направлениях. Отношение максимальной силы света к средней в данной полусфере называют коэффициентом формы кривой.

Способность светильника защищать глаза от непосредственного воздействия источника света, если он расположен на небольшой высоте, определяется его защитным углом, который создается отражателем или решетчатым затемнителем осветительной

арматуры. Световой поток светильника $\Phi_{\text{св}}$ всегда только меньше светового потока установленного в нем источника света $\Phi_{\text{л}}$, так как происходят некоторые потери в светорассеивающих и отражающих материалах. Из отношения этих двух световых потоков и определяется КПД светильника

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{св}}}{\Phi_{\text{л}}}, \quad (8.1)$$

Кроме светотехнических показателей большое значение имеют конструкции светильников в части защиты от внешних условий и способы их установки. Обозначения светильников по степени защиты от воздействия окружающей среды аналогичны обозначениям другого электрооборудования, приводимого в данном пособии, а по способу установки бывают стационарные (подвесные, потолочные встраиваемые, настенные пристраиваемые), опорные стационарные (настольные, напольные, венчающие, консольные) и переносные.

Для всех светильников ГОСТом 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 – 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); буква X_3 – назначение светильника (П – для промышленных и производственных предприятия, Р – для рудников и шахт, О – для общественных зданий, Б – для жилых и бытовых помещений, У – для наружного освещения; буквы X_4 и X_5 – двухзначное число (от 01 до 99), указывающее номер серии; X_6 число ламп в светильнике (одна не указывается); X_7 – мощность лампы в ваттах; $X_8X_9X_{10}$ – номер модификации (от 001 до 999); X_{11} – климатическое исполнение (У – с умеренным климатом, ХЛ – холодным, Т – тропическим); X_{12} – 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 регулируемые климатическими условиями, 5 – то же, но с повышенной влажностью). Чаще в сельском хозяйстве применяются светильники с лампами накаливания типа НСП11, ППР, НПП01, НСП02, ПСХ-60М и другие, с люминесцентными лампами типа ПВЛМ, ЛСГТ02, ЛСО02, ЛДОР, с лампами ДРЛ – УПД ДРЛ. РСП11, ППД2 и др.

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.

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

Источники света (лампы) характеризуются следующими параметрами: напряжение питания U (обычно 220 В); мощность лампы P ; световой поток, люмен; 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 применяются главным образом для создания освещенности до 50 лк. Они характеризуются низкой светоотдачей (15-20 лм/Вт), их срок службы – до 1000 ч. Номинальный световой поток – 950 лм

2. Люминесцентные лампы ЛДЦ, ЛД, ЛХБ, ЛТБ выпускаются единичной мощностью 8-80 Вт, их светоотдача – 45-60 лм/Вт., срок службы – до 15000 ч. Номинальный световой поток – 900 лм.

3. Дуговые ртутные лампы высокого давления ДРЛ-80, ДРЛ-250, ДРЛ-125, ДРЛ-400 имеют светоотдачу 40-55 лм/Вт и срок службы – до 12000 ч. Номинальный световой поток – 5200 лм.

Методика выполнения работы

1. Ознакомиться с назначением и принципом работы источников освещения.
2. Согласно выбранного варианта (табл. 8.1) провести расчет.
3. Определить экономию денежных средств.

Для оценки эффективности замены ламп накаливания на люминесцентные источники света выполним расчет системы освещения гаража для автомобильной техники, его ремонтного зала на 10 машин.

Для ориентировочного расчета принимаем следующий режим освещения: в весенне-летний период (155 дней), освещение требуется на протяжении 3 часов в сутки; в осенне-зимний период года (210 дней) систему освещения необходимо включать на 8 часов в сутки. Длина гаража 60 м, ширина – 21 м. Суммарное время работы ламп определяется по формуле

$$T_{\text{год}} = T_1 \cdot t_1 + T_2 \cdot t_2, \text{ ч}, \quad (8.2)$$

где T_1 – количество дней весенне-летнего периода;

T_2 – количество дней осенне-зимнего периода;

t_1 – время работы системы освещения в весенне-летний период, ч;

t_2 – время работы системы освещения в осенне-зимний период, ч.

Подставляя исходные данные получим, что суммарное время работы системы освещения в течении года равно

$$T_{\text{год}} = 210 \cdot 8 + 155 \cdot 3 = 2145 \text{ ч.}$$

Площадь гаража определяется выражением

$$S = L \cdot B, \text{ м}^2, \quad (8.3)$$

где L – длина гаража, м;

B – ширина гаража, м.

Тогда

$$S = 60 \cdot 21 = 1386 \text{ м}^2.$$

Количество ламп накаливания (при расчете по удельной освещенности) определяется по формуле:

$$K_{\text{лн}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot S}{\Phi_{\text{уд}}}, \text{ шт}, \quad (8.4)$$

где E_{min} – удельная освещенность помещения, лк;

$\Phi_{\text{уд}}$ – удельный световой поток источника освещения, лм.

Согласно нормам освещенности в производственных помещениях, удельная освещенность ремонтного помещения должна быть не менее $E_{\text{min}}=50$ лк.

Учитывая все вышеизложенное, необходимое количество ламп равно

$$K_{\text{лн}} = \frac{50 \cdot 1386}{950} = 73 \text{ шт.},$$

По рекомендациям принимаем для освещения 73 лампочек типа БК 215-225-75 мощностью $P_{\text{лн}} - 75$ Вт каждая. Суммарная потребляемая мощность определяется выражением

$$\Sigma P_{\text{лн}} = K_{\text{лн}} \cdot P_{\text{лн}} = 73 \cdot 75 = 5,475 \text{ кВт}, \quad (8.5)$$

При замене ламп накаливания на дуговые ртутные лампы типа ДРЛ-125 их потребное количество определим из условия создания такой, же минимальной освещенности в помещении по формуле (8.4)

$$K_{\text{дрл}} = \frac{50 \cdot 1386}{5200} = 13,3 \text{ шт.},$$

Принимаем количество ламп типа ДРЛ-125 равным 14 шт., их суммарная мощность составит

$$\Sigma P_{\text{дрл}} = 14 \cdot 125 = 1,75 \text{ кВт},$$

Годовой расход электроэнергии лампами накаливания определяется как

$$W_{\text{лн}} = \Sigma P_{\text{лн}} \cdot T_{\text{год}} = 5,475 \cdot 2145 = 11744 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (8.6)$$

Годовой расход электроэнергии дуговыми люминесцентными лампами

$$W_{\text{дрл}} = \Sigma P_{\text{дрл}} \cdot T_{\text{год}} = 1,75 \cdot 2145 = 3754 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

Следовательно, годовая экономия электроэнергии при замене ламп накаливания на дуговые люминесцентные лампы определяется зависимостью:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{лн}} - \mathcal{E}_{\text{дрл}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (8.7)$$

Подставляя значения получим

$$\Delta \mathcal{E} = 11744 - 3754 = 7990 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

При цене электроэнергии 0,2838 руб. за 1 кВт·ч (стоимость 2025 г.) экономия денежных средств составит

$$\Delta \mathcal{C} = \Delta \mathcal{E} \cdot \mathcal{C} = 7990 \cdot 0,2838 = 2260 \text{ руб.}, \quad (8.8)$$

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

Полные затраты при замене ламп накаливания на другой тип источников освещения оценивается выражением:

$$Z = K_{\text{д}} \cdot K_{\text{дрл}} \cdot \mathcal{C}_{\text{л}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (8.9)$$

где k_d – коэффициент, учитывающий добавочные расходы (монтаж и транспортные затраты), равен 1,3;

$C_{л}$ – стоимость источника освещения (ДРЛ-150 равна 50 рублей).

Подставляя значения получим

$$Z = 1,3 \cdot 14 \cdot 50 = 910 \text{ руб.},$$

Целесообразность экономической замены одного типа ламп на другой определяется формулой

$$T_3 \geq T_0, \text{ г.} \quad (8.10)$$

где T_3 – срок эксплуатации источника освещения, г;

T_0 – срок окупаемости проектируемого варианта, г.

Срок эксплуатации источника освещения равен

$$T_3 = \frac{T_p}{T_{\text{год}}} = \frac{12000}{2145} = 5,6 \text{ г.}, \quad (8.11)$$

где T_p – максимальное время работы лампы, ч.

Срок окупаемости проектируемого варианта определяется как:

$$C_{\text{окуп}} = \frac{3}{\Delta C} = \frac{910}{2260} = 0,4 \text{ года.}$$

Согласно формулы (8.10), $5,6 > 0,4$ и следовательно, данный вариант является экономически выгодным и может быть применен на практике.

Далее, по заданию преподавателя, студенты по исходным данным, представленным в табл. 8.1. (тип лампы и площадь помещения) производят самостоятельно расчет. При этом, для всех вариантов базовым вариантом являются лампы накаливания типа БК 215-225-75. Суммарное время работы освещения в течении года $T_{\text{год}}=2145$ ч. Удельная освещенность помещения $E_{\text{min}}=50$ лк.

Таблица 8.1. Выбор исходных данных для расчета проектируемого варианта

Тип лампы	Вариант																	
	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ЛБ-36 $\Phi_{\text{уд}}=305$ 0 лм $C_{л}=56$ руб	1000											2500						
ЛД-40 $\Phi_{\text{уд}}=234$ 0 лм		1100											2100					

Ц _н =62 руб																	
ЛБТ-40 Φ _{уд} =278 0 лм Ц _н =65 руб		1200									2150						
ЛБ-30 Φ _{уд} =210 0 лм Ц _н =48 руб			1300									2200					
ЛБ-20 Φ _{уд} =118 0 лм Ц _н =40 руб				1400									2250				
ЛБХ-40 Φ _{уд} =272 0 лм Ц _н =68 руб					1500												2300
ДРЛ-80 Φ _{уд} =333 0 лм Ц _н =40 руб						1600											
КЛЭ-9 Φ _{уд} =820 лм Ц _н =2,6 руб							1700										
КЛЭ-11 Φ _{уд} =950 лм Ц _н =2,8 руб								1800									
КЛЭ-13 Φ _{уд} =136 0 лм Ц _н =6 руб									1900								
КЛЭ-23 Φ _{уд} =230 0 лм Ц _н =7,6 руб										2000							

Содержание отчета

1. Расчета заданного варианта замены источников освещения;
2. Краткой характеристики основных источников света;
3. Произвести расшифровку основных типов светильников: НСП11, ЛСГТ02, РСП11.

Контрольные вопросы

1. Чем обуславливается необходимость использования более экономичных источников освещения?
2. Какое влияние оказывает величина уровня освещенности на продуктивность животных?
3. Какие типы ламп применяют для освещения помещений и наружного освещения сельскохозяйственных объектов?
4. На какие виды подразделяется электрическое освещение объектов?
5. По полученным расчетным значениям сделать выводы и рекомендации.