

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ»
(ФГБПОУ «БЦБК»)

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Методическое пособие по курсовому проектированию
МДК 01.03 «Электрическое и электромеханическое оборудование»
ПМ 01 «Организация технического обслуживания и ремонта электрического и
электромеханического оборудования»**

Специальность 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

Братск, 2023

Составила (разработала) Гареева И.С. преподаватель кафедры энергетических и строительных дисциплин

Методическое пособие содержит сборник методических рекомендаций по расчёту Осветительных электроустановок предприятий для студентов специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» (по отраслям)

Рассмотрено на заседании кафедры энергетических и строительных дисциплин

« _____ » _____ 20__ г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20__ г.

№ _____

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 5 |
| 1 Светотехнический расчёт на лампах накаливания | 6 |
| 1.1 Выбор и размещение светильников | 6 |
| 1.2 Метод коэффициента использования светового потока..... | 8 |
| 1.3 Расчёт освещения по точечному методу | 9 |
| 2 Расчёт на люминесцентных лампах | 11 |
| 2.1 Светотехнический расчёт методом светящихся полос или линий | 12 |
| 2.2 Светотехнический расчёт на ЛЛ методом коэффициента использования | 13 |
| 3 Расчёт электрической осветительной сети | 15 |
| 4 Выбор типа светильника | 23 |
| 5 Выбор системы освещения | 28 |
| 6 Расчёт электрической осветительной установки (ОУ) | 30 |
| 6.1 Электрооборудование для ОУ | 30 |
| 6.2 Защита электродвигателей и силовых сетей | 43 |
| Заключение | 52 |
| Список использованных источников | 53 |

Введение

Современное человечество немислимо без повсеместного использования света. Осветительные установки создают необходимые условия освещения, которые обеспечивают зрительное восприятие (видение), дающее около 90% информации, получаемой человеком от окружающего его мира. Свет создаёт нормальные условия для работы и учёбы, улучшает наш быт. Без современных средств освещения невозможна работа шахт и рудников предприятий в безфонарных и безоконных зданиях, метрополитена, многих взрыво- и пожароопасных производств.

Эффективное использование света с помощью достижений современной светотехники - важнейший резерв повышения производительности труда и качества продукции, снижения травматизма и сохранения здоровья людей.

Важной гранью в подготовке специалиста электрика являются его знания и умения по устройству и проектированию осветительных установок промышленных предприятий общественных зданий и сооружений. Проект осветительной установки составление плана осветительной сети конкретного производственного помещения или общественного здания может логично входить в дипломный проект по специальности 140448, тем более, что отсутствие технической документации на большинстве предприятий города затрудняет составление задания на дипломное проектирование в графической части. Проектирование плана осветительной сети не требует в большинстве случаев конкретных данных и может быть осуществлено самостоятельно при наличии необходимой справочной литературы.

Данные методические указания составлены в помощь для выполнения домашней контрольной работы по электрооборудованию студентам заочной формы обучения, при работе над расчётным заданием для студентов очной формы обучения и в дальнейшем над курсовой работой и дипломным проектом. Приведены методы светотехнического расчёта, конкретные примеры, расчёты осветительных сетей и выбор электрооборудования для них. Также в методических указаниях приведены необходимые справочные данные.

1. Светотехнический расчёт на лампах накаливания

1.1 Выбор и размещение светильников

Выбор светильника определяется следующими основными условиями: характером окружающей среды, требованиями к светораспределению и ограничению слепящего действия, экономической эффективности. Номенклатура светильников обширна, поэтому можно остановиться на светильнике рекомендованном в задании по своему варианту. Но можно также воспользоваться рекомендациями приведенными в таблицах 18 и 19.

Размещение светильников в плане и разрезе помещения определяется следующими размерами:

H - высота помещения;

h_c - расстояние светильника от перекрытия («свес»);

$h_{\text{п}} = H - h_c$ - высота светильника над полом;

h_p - высота расчётной поверхности над полом;

$h_r = h_{\text{п}} - h_p$ - расчётная высота;

L - расстояние между соседними светильниками или рядами люминесцентных светильников;

l - расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

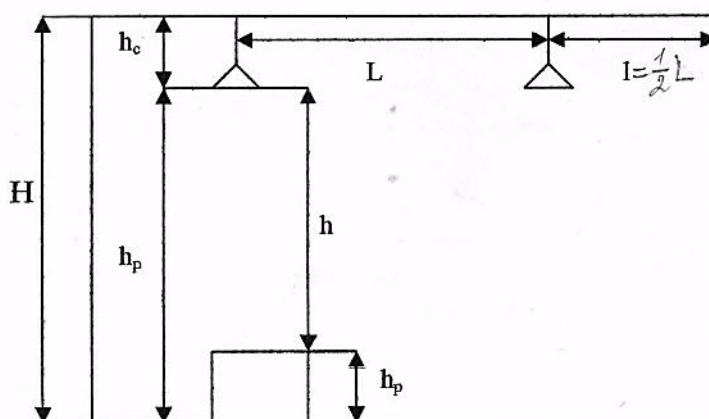


Рисунок 1 – Высота подвеса светильников

Основное требование при выборе расположения светильников - доступность их для обслуживания. Обслуживание с приставных лестниц или стремянок разрешается при $h_{\text{п}} \leq 5,0$ м.

Для некоторых случаев практикой рекомендуются следующие: 2,5 м - при установке на стойках вдоль ограждений технологических площадок; $\leq 3,5$ м при установке на стенах и потолках площадок верхних отметок; $\approx 2,1$ м при установке вблизи токоведущих частей (обслуживание с табуреток).

При $h_{\text{п}} > 5,0$ м возможны способы доступа для обслуживания:

а) с мостовых кранов, не занятых непрерывно обслуживанием технологического процесса и при соблюдении требований техники безопасности;

б) со специальных светотехнических мостиков, а иногда с мостиков предназначенных для обслуживания световых проёмов;

в) с различных самоходных и несамоходных устройств, несущих корзину для электромонтёра.

Высота светильников над настилом мостовых кранов должна быть не менее 1,8 м или же светильники должны располагаться заподлицо с фермами, что обычно и делается. Светильники на светотехнических мостиках устанавливаются на уровне настила мостиков $\pm 0,5$ м.

При размещении светильников (в том числе, по возможности равномерного освещения) учитываются требования качества освещения, в частности направление света.

Если светильники излучают часть потока в верхнюю полусферу, то приемлемая равномерность яркости потолка обеспечивается при $h_c > 0,2L$.

Помимо доступности для обслуживания и качества освещения размещение светильников определяется условием экономичности. Большую роль играет величина $\lambda = L : h$ уменьшение, которой удорожает устройство и обслуживание освещения и часто приводит к применению ламп с пониженной световой отдачей, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещенности и в условиях нормирования её минимальной величины к возрастанию расхода энергии.

Таблица 1 – Рекомендуемые значения λ для светильников с Типовыми кривыми

| Типовая кривая | λ_c | λ_o |
|-------------------|-------------|-------------|
| Концентрированная | 0,6 | 0,6 |
| Глубокая | 0,9 | 1,0 |
| Косинусная | 1,4 | 1,6 |
| Равномерная | 2,0 | 2,6 |
| Полуширокая | 1,6 | 1,8 |

Значения λ_c следует пользоваться в случаях, когда увеличение λ не приводит к применению ламп с увеличенной световой отдачей (в частности, при люминесцентных лампах), значения λ_o – в остальных случаях.

Размер l принимается в пределах 0,3 - 0,5 L в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест/

Таблица 2 – Оптимальные значения (L/H) для наиболее распространённых светильников

| Тип светильника | λ_c | $\lambda_э$ |
|--|-------------|-------------|
| Светильники с лампами накаливания | | |
| Универсаль | 1,5 | 1,9 |
| Универсаль с затенителем | 1,4 | 1,8 |
| Глубокоизлучатель эмалированный | 1,4 | 1,7 |
| Светильники с лампами накаливания | | |
| ГлубокоизлучательГк | 0,9 | 1,1 |
| ГлубокоизлучательГс | 0,7 | 0,8 |
| Светильники С и СО | 1,4 | 1,7 |
| Зеркальная лампа глубокогосветираспределения | 0,9 | 0,9 |
| Люцетта | 1,4 | 1,6 |
| Шар | 2,0 | 2,8 |
| Кольцевые подвесные светильники | 1,5 | 1,7 |
| Кольцевой плафон ПлК | 1,0 | 1,1 |
| Плафон одноламповый | 2,0 | 2,8 |
| Плафон двухламповый | 1,7 | 2,1 |
| Плафон ПГТ и ПНП | 1,7 | 2,1 |
| Плафон ПСХ | 2,0 | 2,5 |
| Фарфоровый Фм | 2,0 | 3,0 |
| СПБ | 2,0 | 2,5 |
| СХМ | 1,4 | 1,8 |
| Взрывозащищённые светильники без отражателей | 2,0 | 2,7 |
| То же с отражателем | 1,4 | 1,8 |
| Светильники с люминесцентными лампами | | |
| ОД,ОДР,ОДО,ОДОР,ПВЛ-6,ВЛО,ПЛУ,НОГЛ,ПЛ-1 | 1,4 | - |
| ВОД,ВЛН,ПВЛ-1 | 1,5 | - |
| ШОД,ШЛП | 1,3 | - |

1.2 Метод коэффициента использования светового потока

При расчёте методом коэффициента использования светового потока потребный световой поток ламп в каждом светильнике Φ определяется по формуле

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (1.1)$$

Где

E - заданная минимальная освещённость,лк;

k – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – отношение $E_{ср}$: $E_{мин}$;

N – число светильников (как правило, намечаемое до расчёта);

η - коэффициент использования в долях единицы.

По Φ выбирается стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от Φ больше чем на $-10 \div +20\%$. При невозможности выбора с таким приближением корректируется число светильников. Входящий в формулу коэффициент z характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчётной высоте ($H:h$), с увеличением которого сверх рекомендуемых значений z резко возрастает. При $H:h$, не превышающим рекомендуемых значений, можно принимать z равным 1,15 для ламп накаливания (ЛН) и ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп (ЛЛ) при расположении светильников в виде светящихся линий.

Для определения i находится индекс помещения i и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка - p_n , стен - p_c , расчётной поверхности или пола - p_p .

Таблица 3 – Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

| Характер отражающей поверхности | Коэффициент отражения, % |
|--|--------------------------|
| Побелённый потолок; побелённые стены с окнами, закрытыми белыми шторами | 70 |
| Побелённые стены при незавешенных окнах; побелённый потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок | 50 |
| Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами, оклеенные светлыми | 30 |
| Стены и потолки в помещениях с большим количеством тёмной пыли; сплошное остекление без штор; стены тёмными обоями | 10 |

Индекс помещения находится по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A+B)}, \quad (1.2)$$

где A - длина помещения;
 B - его ширина;
 h - расчётная высота.

1.3 Расчёт освещения по точечному методу

Первоначально принимается, что поток лампы в каждом светильнике равен 1000 лм. Создаваемая в этом случае освещенность называется условной и обозначается e .

Величина e зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров A и B . Для определения e служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещённости, на которых находится точка с заданными d и h и e определяется путём интерполирования между значениями указанными у ближайших изолюкс.

Пусть суммарное действие «ближайших» светильников создаёт в контрольной точке условную освещённость $\sum e$; действие более далёких светильников и отражённую составляющую приближённо учтём коэффициентом μ . Значение μ чаще всего можно принимать в пределах 1,1-1,2; оно зависит от коэффициентов отражения поверхностей помещения, характера светораспределения, тщательности учёта «удалённых» светильников и т.д. Тогда для получения в этой точке освещённости E с коэффициентом запаса k лампы в каждом светильнике должна иметь поток

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E \cdot k}{\mu \cdot \sum e}, \quad (1.3)$$

По этому потоку подбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой должен отличаться от рассчитанного в пределах $-10 \div +20 \%$. При невозможности выбора лампы с таким допуском корректируется расположение светильников.

В качестве контрольных выбираются те точки освещаемой площади, в которых $\sum e$ имеет наименьшее значение.

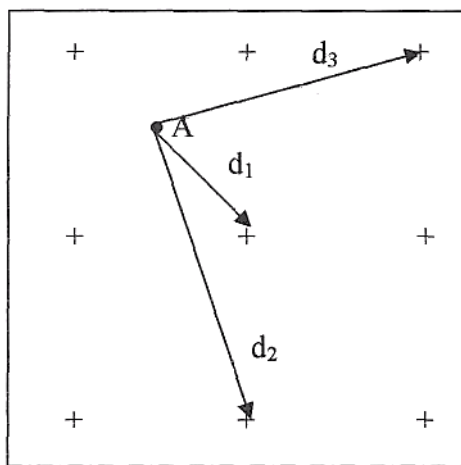


Рисунок 2 – Выбор контрольных точек

2Расчёт на люминесцентных лампах

2.1 Светотехнический расчёт методом светящихся полос или линий

Светильники с люминесцентными лампами принято располагать в виде непрерывных рядов вдоль длины помещения.Ряд светильников считается непрерывным,если расстояние между соседними светильниками не превышает половины расчётной высоты подвеса.

На плане помещения, задавшись количеством рядов расстоянием между рядами и расстоянием крайних рядов от стен, выбирают контрольную точку,в которой ожидается наихудшая освещённость и в которой может быть расположено рабочее место. При общем равномерном освещении контрольную точку лучше выбирать посредине длины ряда и междурядя.При большой длине рядов(начиная примерно от $2h$) сильно сказывается уменьшение освещённости у их концов(вдвое по сравнению с освещённостью центральных участков при рядах неограниченной длины). Для компенсации этого достаточно продлить линию на $0,5L$ за пределы освещаемой поверхности.При общем освещении больших помещений часто указанной компенсации не предусматривается в предположении,что непосредственно у торцевых стен работ не производится,ряды доводятся до торцевых стен и контрольная точка выбирается на расстоянии примерно от последних.

Для определения e (относительная освещённость, т.е. освещённость при $\Phi' = 1000$ лм/м и $h = 1$ м). Наиболее удобны графики линейных изолукс. При пользовании ими по плану обмеряются размеры p и h ,находятся отношения $p' = \frac{p}{h}$ и $L' = \frac{L}{h}$ и для точки на графике скоординатами p' и L' определяется e . По справочнику определить к какой группе по кривой силы света КСС принадлежит выбранный Вами светильник и по кривым равной освещённости для данной группы определить относительную освещённость e контрольной точки от ближайших рядов светильников.

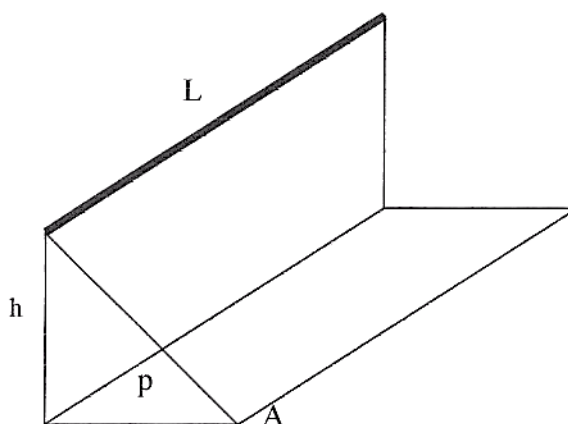


Рисунок 3 – Приведённые размеры при линейных излучателях

Линии, для которых $L' > 4$, при расчётах практически могут рассматриваться как неограниченно длинные. Суммирование значений e от ближайших рядов, освещающих точку, даёт $\sum e$ коэффициент μ принимается, как и в предыдущих расчётах, и находится необходимая линейная плотность светового потока

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E \cdot k \cdot h}{\mu \cdot \sum e} \text{ (лм/м)}, \quad (2.1)$$

где E – нормируемый уровень минимальной освещённости;

k – коэффициент запаса (по заданию) для газоразрядных ламп;

μ – как и для ламп накаливания можно принимать равным 1,1-1,2.

При определении $\sum e$ следует иметь в виду, что определённая по кривым равной освещённости « e » только от одной половинки ряда, поэтому от всего ряда « $2e$ ».

Определить световой поток ряда

$$\Phi_p = \Phi' \cdot L_p \text{ лм.} \quad (2.2)$$

где P_y – установленная мощность;

ω – удельная мощность светильника;

S – освещаемая площадь

Определить световой поток светильника

$$\Phi_{св} = \Phi_{л} \cdot n_{л} \text{ лм,} \quad (2.3)$$

где $\Phi_{л}$ – световой поток лампы определить по справочнику, для этого необходимо задаться типом и мощностью люминесцентной лампы и определить номинальный световой поток лампы;

$n_{св}$ – количество ламп в светильнике, как правило принимается равное 2, 4-х ламповые светильники применяются при больших уровнях нормируемой освещённости, одноламповые светильники применяются для освещения бытовых и административных помещений, где не требуется ограничения стробоскопического эффекта. Далее следует определить количество светильников в ряду

$$n_p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{св}} \text{ шт,} \quad (2.4)$$

после чего необходимо убедиться, что полученное количество светильников войдёт в заданную длину ряда, для этого необходимо определить длину

светильника (в зависимости от мощности выбранной лампы она может составлять 40 Вт -1,21 м, 65 и 80 Вт- 1,52 м). $L_p \geq L_{св} \times n_p$.

2.2 Светотехнический расчёт на ЛЛ методом коэффициента использования

Применяется в качестве проверочного предыдущего расчёта. По формуле (1.1), как и для ламп накаливания, определяется световой поток лампы

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \text{ лм,} \quad (2.5)$$

где E и k принимаются как и для предыдущего расчёта;

$z=1,1$ для ЛЛ;

N - количество ламп;

η - коэффициент использования светового потока определяется по зависимости от типа КСС выбранного типа светильника, отражающих свойств поверхностей помещения и его индекса. Полученное значение коэффициента использования желательно сравнить с его же значением. Для этого необходимо по определит к какой условной группе принадлежит выбранный светильник и уже для данной условной группы определить значение η (при отсутствии в таблице 19 выбранного типа светильника определить условную группу по подобному светильнику по КСС). По найденному Φ выбирается ближайшая стандартная лампа в пределах допусков $-10 \div +20$ %. Если выбранная лампа совпадает с лампой предыдущего расчёта, то это свидетельствует о правильности проведённых расчётов. Результаты также можно считать удовлетворительными, если Вы выйдете на соседние по мощности лампы или лампу с другим спектром излучения.

Сравнение полученных результатов светотехнического расчёта и выбор окончательного варианта осветительной установки (ОУ)

Выбор варианта ОУ должен учитывать экономические показатели, комфортность, сложность эксплуатации и обслуживания. Экономическое обоснование варианта ОУ требует значительного количества справочных данных, поэтому для контрольной работы достаточно сравнить варианты ОУ на лампах накаливания и газоразрядных лампах по установленной мощности P_y , а следовательно, по расходу на оплату за электроэнергию. Также необходимо при обосновании учитывать, что нормы освещённости при газоразрядных лампах в 2-3 раза выше, чем при лампах накаливания.

Дополнение для студентов очного обучения.

Произвести светотехнический расчёт методом удельных мощностей. Метод удельных мощностей является упрощенной формой светотехнического расчёта и заключается в следующем: по таблицам справочника для выбранного типа светильника определить удельную мощность ω Вт/м² в зависимости от расчётной высоты подвеса h , площади помещения S нормируемого уровня освещённости E . Что касается уровня освещённости, в таблицах приведён максимальный уровень в 100 лк, если по данному помещению он превышает 100 лк, то необходимо пропорционально увеличить удельную мощность. Затем определить установленную мощность осветительной установки (ОУ)

$$P_y = \omega \cdot S \text{ Вт}, \quad (2.6)$$

где P_y – установленная мощность;
 ω – удельная мощность светильника;
 S – освещаемая площадь.

Поделив полученное значение P_y на количество ламп по данным предыдущих расчётов

$$P_{\text{л}} = \frac{P_y}{N} \text{ Вт}, \quad (2.7)$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность лампы;
 P_y – установленная мощность;
 $N_{\text{л}}$ – количество ламп.

Получим мощность лампы, и, выбрав стандартную лампу, сверяем с результатами предыдущих расчётов.

3Расчёт электрической осветительной сети

В данном расчётном задании рекомендуется расчёт осветительной сети провести методом минимума проводникового материала. Для этого необходимо задаться допустимой потерей напряжения в осветительной сети $\Delta U\%$. Чтобы выбрать величину $\Delta U\%$ необходимо задаться мощностью трансформатора (кВА) коэффициентами загрузки β и мощности $\cos\varphi$. В зависимости от энергоёмкости проектируемого помещения мощность трансформатора выбирается в диапазоне от 400 до 1600 (кВА) коэффициент загрузки рекомендуется принимать в пределах $\beta=0,6-0,8$, коэффициент мощности также рекомендуется принимать в пределах $\cos\varphi=0,85-0,95$. Затем необходимо составить расчётную схему осветительной сети. Для этого необходимо составить план осветительной установки, желательно выполнить его в масштабе, светильники Вашей ОУ разбить на группы. При разбивке на группы руководствоваться следующими рекомендациями ПУЭ: ток защитных аппаратов на групповых линиях не должен превышать 25 А, а при газоразрядных лампах мощностью > 125 Вт и лампах накаливания 500 Вт и выше – 63А. Число ламп на группу не должно, как правило, превышать 20 шт, а при питании световых карнизов, панелей ит.п., а также люминесцентных светильников на 2 и более ламп – не более 50 шт. На плане ОУ задаться расположением магистрального и групповых щитков. Задаться длиной ввода 5-10 м, и определить длину линий от магистрального щита до групповых щитков и длину групповых линий. Длина групповой линии определяется по плану ОУ от группового щитка до середины группы.

Пример:

1) Расчёт осветительной установки аудитории №1771.

Светотехнический расчёт на люминесцентных лампах (ЛЛ).

1. Расчёт методом светящихся полос или линий.

Исходные данные: $A=12$ м, $B = 7,5$ м расчётная высота подвеса светильников $h=2,25$ м. В аудитории светильники расположены в два непрерывных ряда с расстоянием между рядами 4 м, от стены $l_1=1,5$ м, от окон $l_2=2$ м. Длина ряда светильников $L_p=11$ м.

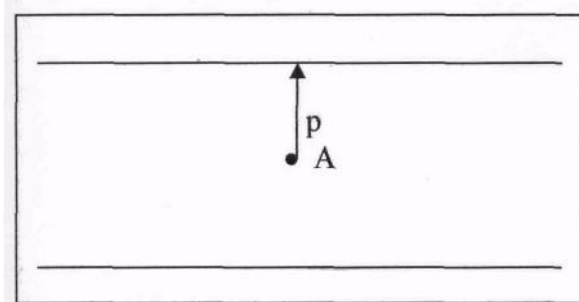


Рисунок 4 – План размещения светильников в аудитории №1771

На плане аудитории выбираем контрольную точку А, в которой ожидается наихудшая освещённость – посередине между рядами и середине длины ряда светильников. Расстояние от контрольной точки до ряда светильников $p = 2$ м, относительное расстояние $r' = \frac{p}{h} = \frac{2}{2,25} = 0,88$,

$$\text{относительная длина ряда } L' = \frac{\frac{L_p}{h}}{\frac{11}{2,25}} = \frac{2}{2,25} = 2,44$$

В аудитории установлены светильники типа ШОД с двумя лампами ЛБ40. По справочнику определяем, что данный светильник по кривой силы света КСС относится к группе Г-1, по кривым равной освещённости для Г-1 находим линейную освещённость контрольной точки $e = 48$ лк, суммарная линейная освещённость $\sum e = 4 \cdot e = 4 \cdot 48 = 192$ лк.

По расчётной формуле (2.1) определяем плотность светового потока:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E \cdot k \cdot h}{\mu \sum e} \text{ (лм/м)}, (2.1)$$

где: $E = 300$ лк для учебных классов и аудиторий, $k = 1,5$, $h = 2,25$ м, $\eta = 1,2$, $\sum e = 192$ лк.

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 1,5 \cdot 2,25}{1,2 \cdot 192} = 4394, \text{ лм/м}$$

По формуле (2.2) находим световой поток ряда светильников

$$\Phi_p = 4394 \cdot 11 = 48334 \text{ лм}$$

По формуле (2.4) находим количество светильников в ряду.

$\Phi_{\text{св}}$ - световой поток светильника, $\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} = 3000 \cdot 2 = 6000$ лм, как было указано выше в аудитории установлены 2-х ламповые светильники $n_{\text{л}} = 2$, лампы ЛБ-40 номинальный световой поток которых $\Phi_{\text{л}} = 3000$ лм.

$$n_p = \frac{48334}{6000} = 8,05 \text{ шт.},$$

принимаем $n_p = 8$ штук в ряду.

В качестве проверки полученных результатов светотехнического расчёта проведём расчёт ОУ методом коэффициента использования светового потока, в качестве расчётной принимаем формулу (1.1)

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \text{ лм/м}^2, \quad (1.1)$$

где Φ - световой поток лампы, которая должна быть установлена в светильнике для обеспечения нормируемого уровня минимальной освещённости $E = 300 \text{лк}$, $k=1,5$, S - площадь помещения $S = A \cdot B = 12 \cdot 7,5 = 90 \text{ м}^2$, $z=1,1$, N - количество ламп, по предыдущему необходимо определить индекс помещения:

$$i = \frac{12 \cdot 7,5}{2,25(12+7,5)} = 2,05 \Rightarrow \eta = 0,6$$

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 90 \cdot 1,1}{32 \cdot 0,6} = 2320 \text{ лм}$$

По справочнику выбираем стандартную лампу со световым потоком близкому к расчётному. Лампа ЛД40 имеет номинальный световой поток $\Phi = 2340 \text{ лм}$. Таким образом в результате расчётов вышли практически на одну по мощности лампу, что может свидетельствовать о их правильности.

2. Расчёт методом удельных мощностей.

Для этого по справочнику определяем удельную мощность $\omega = 5,2 \text{ Вт/м}^2$ для светильника ШОД при освещённости 100 лк с лампой ЛД-40, для освещённости 300 лк удельная мощность составит $\omega = 5,2 \cdot 3 = 15,6 \text{ Вт/м}^2$.

По (2.6) установленная мощность ОУ составит

$$P_y = 15,6 \cdot 90 = 1404 \text{ Вт.}$$

По формуле (2.7) определим мощность лампы

$$P_{\text{л}} = \frac{1404}{32} = 43,9 \text{ Вт.}$$

Для лампы ЛБ-40 удельная мощность $\omega = 4,4 \text{ Вт/м}^2$. Для освещённости 300 лк $\omega = 4,4 \cdot 3 = 13,2 \text{ Вт/м}^2$

Установленная мощность

$$P_y = 13,2 \cdot 90 = 1188 \text{ Вт}$$

Мощность лампы составит

$$P_{\text{л}} = \frac{1188}{32} = 37,1 \text{ Вт.}$$

Окончательно выбираем лампу ЛБ-40, как создающую более комфортные условия.

Пример:

2. Расчёт осветительной установки кабинета черчения.

Примем размеры помещения такие же как и для аудитории №1771, с той разницей, что для кабинетов черчения устанавливается более высокий уровень нормируемой минимальной освещённости, $E = 500$ лк для освещения люминесцентными лампами рекомендуемый тип светильника ЛСО04. Принимаем размещение светильников в 3 ряда с расстоянием между рядами 2,5 м соответственно от крайнего ряда до стены 1 м, от окон 1,5 м. Длина ряда также 11 м.

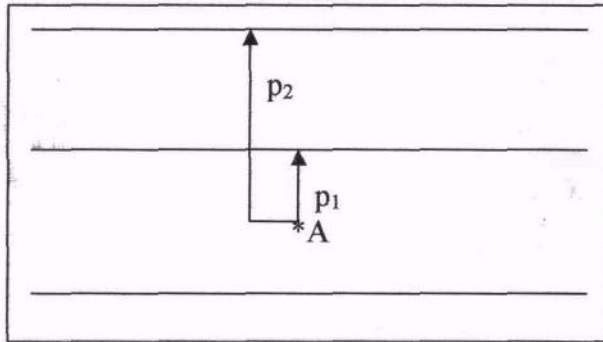


Рисунок 5 – План размещения светильников в кабинете черчения

Выбираем контрольную точку А на середине длины ряда и между рядами. Определяем расстояние от контрольной точки до рядов светильников: $p_1 = 1,25$ м, $p_2 = 3,75$ м. Расчётную высоту подвеса светильников принимаем такую же как и для аудитории №1771, $h = 2,25$ м. Определяем относительные расстояния и относительную длину ряда светильников:

$$p_1' = \frac{p_1}{h} = \frac{1,25}{2,25} = 0,55, \quad p_2' = \frac{p_2}{h} = \frac{3,75}{2,25} = 1,67, \quad L' = \frac{L_p}{h} = \frac{11}{2,25} = 4,89 \quad (3.1)$$

По справочнику определяем, что светильник ЛСО04 по типу КСС принадлежит к группе Г-2. По кривым равной освещённости для светильников группы Г-2 определяем условную освещённость контрольной точки А: $e_1 = 65$ лк; $e_2 = 7,2$ лк

Суммарная условная освещённость составит:

$$\sum e = 4e_1 + 2e_2 = 4 \cdot 65 + 2 \cdot 7,2 = 274 \text{ лк} \quad (3.2)$$

Определяем плотность светового потока по формуле (2.1)

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot 500 \cdot 1,5 \cdot 2,25}{1,15 \cdot 274,4}, \text{ лм}$$

По формуле (2.2) определяем световой поток ряда

$$\Phi_p = 5347,6 \cdot 11 = 58823 \text{ лм}$$

По формуле (2.4) определяем количество светильников в ряду

$$n_p = \frac{58823}{6000} = 9,8 \text{ шт}$$

Световой поток светильника с лампами ЛБ-40 составит: $\Phi_{\text{св}} = 3000 \cdot 2 = 6000$ лм. Принимаем количество светильников в ряду $n_p = 10$ шт. Так как по длине помещения $A = 12$ м данное количество светильников не войдёт $L_{\text{св}} = 1,23$ м, то принимаем по краям ряда сдвоенные светильники. Проверяем данный расчёт методом коэффициента использования светового потока. Для этого определяем, что светильник ЛСО04 принадлежит к 7 группе. По индексу помещения из предыдущего расчёта $i = 2,05$ определяем коэффициент использования $\eta = 0,47$.

Определяем световой поток лампы по формуле (1.1)

$$\Phi = \frac{500 \cdot 1,5 \cdot 90 \cdot 1,05}{60 \cdot 0,47} = 2513, \text{ лм}$$

Выбираем стандартную лампу ЛБ-40 со световым потоком 3000 лм.

$$n_p = \frac{58823}{6000} = 9,8 \text{ шт.}$$

Результаты расчётов сошлись.

Пример:

3. Светотехнический расчёт ОУ аудитории №177 на лампах накаливания (ЛН)

В качестве основного метода расчёта принимаем расчёт методом коэффициента использования светового потока. Как и в предыдущем расчёте определяем световой поток лампы (1.1)

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \text{ лм,} \quad (1.1)$$

E – минимальная нормируемая освещённость для учебных классов на лампах накаливания $E = 200$ лк, k – коэффициент запаса для ламп накаливания $k = 1,3$, S – площадь помещения $S = 90$ м², z – коэффициент учитывающий неравномерность освещения, принимаем $z = 1,2$, N – количество светильников,

для его определения задаёмся размещением светильников на плане помещения и выбираем тип светильника СКЗОО. Расстояние между рядами 2м, между светильниками в ряду 1,5м. Итого в каждом ряду располагается 8 светильников, всего в аудитории 24 светильника. По справочнику определяем коэффициент использования $\eta = 0,47$.

Определяем световой поток лампы:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,3 \cdot 90 \cdot 1,2}{24 \cdot 0,47} = 2074, \text{ лм}$$

Выбираем стандартную лампу со световым потоком, близкому к расчетному. Лампа НБ200 при напряжении 220-235В имеет световой поток $\Phi = 2540$ лм, лампа такой мощности 200Вт может быть установлена в выбранном типе светильника.

В качестве проверочного расчёта применим точечный метод расчёта ОУ. Для этого на плане помещения выбираем контрольную точку, в которой ожидается наихудшая освещённость и в которой может быть расположено рабочее место.

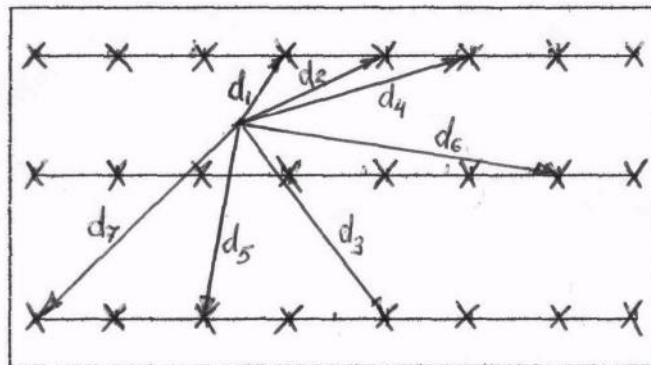


Рисунок 6 – План размещения светильников в аудитории №177

Затем определяем расстояние от контрольной точки до ближайших светильников, которые могут влиять на её освещённость:

$$d_1 = \sqrt{1^2 + 0,75^2} = 1,25\text{м}, d_2 = \sqrt{1^2 + 2,25^2} = 2,46, d_3 = \sqrt{3^2 + 2,25^2} = 3,75,$$

$$d_4 = \sqrt{1^2 + 3,75^2} = 3,88, d_5 = \sqrt{3^2 + 0,75^2} = 3,09, d_6 = \sqrt{1^2 + 5,25^2} = 5,34,$$

$$d_7 = \sqrt{3^2 + 3,75^2} = 11,26. \tag{3.3}$$

По пространственным изолюксам для светильника СК300 КСС-Д определяем условную освещённость контрольной точки в зависимости от расстояния d и расчётной высоты подвеса h .

Таблица 4 – Пространственные изолюксы

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|-------|
| d | 1,25 | 2,46 | 3,75 | 3,88 | 3,09 | 5,34 | 11,26 |
| e | 20 | 10 | 4 | 3,9 | 5 | 2 | 0 |

Определяем суммарную условную освещённость

$$\sum e = 4e_1 + 4e_2 + 2e_3 + 4e_4 + 2e_5 + 2e_6 = 4 \cdot 20 + 4 \cdot 10 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 3,9 + 2 \cdot 5 + 2 \cdot 2 = 149,8 \text{ лк}, \quad (3.4)$$

По расчётной формуле (2.1) определяем световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемого уровня освещённости:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 2,25}{1,1 \cdot 148,9} = 1578 \text{ лм}$$

Выбираем стандартную лампу со световым потоком, близкому к расчётному. Лампа НБ 150 при напряжении 220-235В имеет световой поток $\Phi = 1840$ лм. В результате проведённых расчётов вышли на соседние по мощности лампы, что можно считать вполне удовлетворительным. Окончательно выбираем лампу НБ200 обеспечивающую более комфортные условия работы. Проведём расчёт ОУ методом удельных мощностей. Для этого определяем удельную мощность $\omega = 24,6$ Вт/м для освещённости 100 лк. Для $E = 200$ лк удельная мощность составит $\omega = 24,6 \cdot 2 = 49,2$ Вт/м².

Определяем установленную мощность ОУ по формуле (2.6)

$$P_y = 49,2 \cdot 90 = 4428 \text{ Вт}$$

Мощность лампы по формуле (2.7) составит

$$P_{\text{л}} = \frac{4428}{24} = 1845 \text{ Вт}$$

Также можно выбрать лампу НБ200, что подтверждает правильность проведённых расчётов.

Сравнение вариантов ОУ на ЛЛ и ЛН.

Установленная мощность на ЛЛ составит

$$P_y = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ Вт}$$

Установленная мощность на ЛН составит

$$P_y = 200 \cdot 24 = 4800 \text{ Вт}$$

Если учесть ещё, что освещенность на ЛЛ $E = 300$ лк, а при ЛН $E = 200$ лк, то преимущество ОУ на люминесцентных лампах не вызывает никаких сомнений.

4Выбор типа светильника

Экономичность, качество и удобство эксплуатации ОУ зависят от выбора светильников. Экономичность и качество освещения определяется их светотехническими характеристиками, надежность и эксплуатационные требования – конструктивным исполнением. Выбор светильника определяется светотехнической характеристикой светильника, характером окружающей среды, экономичностью установки.

Основное назначение светильника заключается в перераспределении светового потока источника света в требуемых для ОУ направлениях и защите ламп от воздействия окружающей среды.

Светораспределение светильника является основной характеристикой, определяющей светотехническую эффективность применения светильника в заданных условиях. Его нужно выбирать с учетом необходимости обеспечения максимально возможной экономичности установок и создания нормированных значений освещенности при высоком качестве освещения. Светораспределение светильников характеризуется классами и типами кривых сил света, обусловленных ГОСТом.

Светильники разделяются на классы по светораспределению в зависимости от доли светового потока, излучаемого в нижнюю полусферу, к общему потоку светильников.

Таблица 5 – Классы светильников по светораспределению

| Классы светильников по светораспределению | | |
|---|---|---|
| Обозначение | Наименование | Доля светового потока, направляемого в нижнюю полусферу |
| П | Светильники прямого света | Более 80% |
| Н | Светильники преимущественно прямого света | 60-80% |
| Р | Светильники рассеянного света | 40-60% |
| В | Светильники преимущественно отраженного света | 20-40% |
| О | Светильники отраженного света | Менее 20% |
| Обозначение кривой силы света | Тип кривой силы света | Зона направлений типа максимальной силы света, град |
| К | Концентрированная | 0-15 |
| Г | Глубокая | 0-30, 180-150 |
| Д | Косинусная | 0-35, 180-145 |
| Л | <u>Полуширокая</u> | 35-55, 145-125 |
| Ш | Широкая | 55-85, 125-95 |
| М | Равномерная | 0-90, 180-90 |
| С | Синусная | 70-90, 110-00 |

В помещениях производственных зданий, в которых рабочая поверхность в основном расположена в горизонтальной плоскости при общем равномерном освещении, а ограждающие поверхности имеют низкий коэффициент отражения (например, стены с большими площадями остекления и с форменными перекрытиями на потолке), целесообразны светильники прямого света (класс П). В таких условиях светильники прямого света, излучая световой поток вниз на рабочие поверхности, гарантируют минимальные потери и максимальное использование светового потока источника света. При этом, чем выше освещаемое помещение и больше нормированная освещённость, тем более концентрированным светораспределением должен обладать светильник. Так при большой высоте помещения (8 м и более) и нормируемой освещённости 200 лк и более следует выбирать светильники с кривыми силы света К или Г.

В помещениях меньшей высоты, имеющие светлые потолки и стены рекомендуется применять светильники преимущественно прямого света класса Н с кривой Г.

При малых высотах помещения и нормированных уровнях освещённости преимущество остаётся за светильниками, имеющими кривую светораспределения Д.

Для увеличения соотношения между вертикальной и горизонтальной освещённостями следует светильники с типовыми кривыми К заменить на светильники с типовыми кривыми Г; Г на Д, а последние в ряде случаев - светильниками с кривыми Л.

При небольшой высоте и произвольно ориентированном расположении рабочих поверхностей в разных наклонных и вертикальных плоскостях используют светильники рассеянного света (класса Р), с полуширокой (Л) или равномерной (М) кривыми силы света.

В некоторых производственных помещениях характер зрительных работ требует создания достаточных освещённостей, как в горизонтальной, так и произвольно ориентированных наклонных и вертикальных плоскостях. При выборе светораспределения светильников для таких помещений необходимо учитывать, что отношение вертикальной освещённости к горизонтальной минимально при кривой типа К, увеличивается при кривых типа Г и Д и является наиболее благоприятным для кривых МиЛ.

Система обозначений и маркировка светильников

Структура обозначений по ГОСТ 13828-74

1234 – 5х6 – 7 – 8

- где 1 - тип источника света (одна буква на первом месте в шифре);
2 - основной способ установки светильника (одна буква);
3 - основное назначение светильника (одна буква);
4 - номер серии, к которой принадлежит светильник (две цифры);

5 - число ламп в светильнике (одно или двухзначное число, при этом цифра 1 в шифре не указывается);

6 - мощность ламп в Ваттах (Вт) обозначаемая одно-, двух -, трёх-, четырёх- или пятизначным числом;

7 - номер модификации светильника (трёхзначное число);

8 - обозначение климатического исполнения и категория размещения (одна или две буквы и одна или две цифры).

Номер модификации позволяет учесть индивидуальные отличительные признаки светильника, например, класс светораспределения и тип КСС, степень защиты от воздействия окружающей среды, особенностей оптической системы, форму защитных стёкол и рассеивателей, наличие или отсутствие экранирующих решёток, способ ввода проводов, особенности электрической схемы, материал, форму и цвет светильника, и ряд других характеристик.

В шифре светильника после номера серии ставится тире, между числом ламп и цифрой указывающей их мощность, - знак умножения. При отсутствии цифры 1 обозначающей число ламп в светильнике, после номера серии перед цифрой указывающей мощность ламп, должен стоять знак умножения.

Примеры:

1. Светильник с лампой накаливания мощностью 500 Вт, общего назначения, подвесной, для промышленных предприятий, серии 05, модификации 016, климатического исполнения У, категория размещения 3: НСПО05х500-016-У3.

2. Светильник с ртутной лампой типа ДРЛ мощностью 400 Вт, консольный, уличный, серии 08, модификации 014, климатическое исполнение ХЛ, категория размещения 1: РКУ08х400-014-ХЛ1

3. Светильник с двумя лампами накаливания мощностью 40 Вт, общего назначения, настольный, для жилых (бытовых) помещений, серии 02, модификации 005, климатического исполнения У, категория размещения 4: ННБ02-2х40-005-У4 (Орфей).

4. Светильник с двумя прямыми трубчатыми люминесцентными лампами мощностью по 40 Вт и одной прямой эритемной люминесцентной лампой мощностью 30 Вт, подвесной, для общественных зданий, серии 02, модификации 005, климатического исполнения У, категория размещения 4: ЛСО02-2х 40(1 х 30)-005-У4.

Для взрывозащищённых светильников в маркировке дополнительно необходимо указывать уровень и вид взрывозащиты.

Таблица 6 – Выбор типа светильника по его светораспределению

| Класс светильника | Область применения |
|--|---|
| Прямого света: | |
| глубокоизлучатели концентрированного светораспределения (К) и среднего светораспределения (Г) | Высокие производственные помещения с тёмными стенами и потолком, локализованное освещение рабочих поверхностей, требующих большой горизонтальной освещённости |
| косинусного светораспределения (Д) | Производственные помещения с высотой не более 8-10 м и с тёмными потолками наличием пылевыведения |
| Широкого светораспределения и косинусного светораспределения (Л, Ш) | Открытые пространства, цехи с небольшой высотой и негромоздким оборудованием, локализованное освещение при требовании двухсторонней вертикальной освещённости |
| Преимущественно прямого света (Н) | Производственные и подсобные помещения со светлой краской потолка и стен, школьные, конторские и прочие помещения |
| Преимущественно отражённого света (В) | Помещения с гладкими белыми потолками и стенами, где основным требованием является отсутствие резких теней (клубы, фойе, чертёжные) |
| Отражённого света (О) | Помещения общественного и коммунального назначения |

Таблица 7 – Степени защиты световых приборов от воды

| Вторая цифра | Класс СП | Степень защиты от воды |
|--------------|-------------------|--|
| 0 | Водонезащищённые | Защита отсутствует |
| 2 | Каплезащищённые | Защита от капель, попадающих под углом к вертикали до 15 ⁰ |
| 3 | Дождезащищённые | Защита от дождя падающего под углом к вертикали 60 ⁰ |
| 4 | Брызгозащищённые | Защита от брызг попадающих под любым углом. |
| 5 | Струезащищённые | Защита от струи воды падающей под любым углом.. |
| 6 | Волнзащищённые | Защита от воздействия морской волны. |
| 7 | Водонепроницаемые | Защита от воды при погружении на определённую глубину и время. |
| 8 | Герметичное | Защита от попадания воды при неограниченном долгом погружении светового прибора на определённую глубину. |

Таблица 8 – Степени защиты световых приборов (СП) от пыли и соприкосновения к токоведущим частям

| Первая цифра | Подкласс СП | Степень защиты от пыли и соприкосновения персонала с частями, находящимися под напряжением |
|--------------------------|---|--|
| Пыленезащищённые | | |
| 2 | Открытое | Специальная защита от пыли отсутствует. Защита от возможного прикосновения пальцами. |
| 2' | Перекрытые | Специальная защита от пыли отсутствует, попадание пыли ограничивается неуплотнёнными оболочками. Защита от возможного прикосновения пальцами |
| Пылезащищённые | | |
| 5 | Полностью пылезащищённые | Защита от попадания пыли на токоведущие части и колбы лампы, проникновение пыли не предотвращается полностью, но она не может попадать в количествах, достаточных для повреждения или нарушения удовлетворительной работы СП |
| 5'' | С ограничено пылезащищённой зоной (частично пылезащищённые) | Защита от попадания пыли на токоведущих частях световых приборов. Остальное тоже. Что и для подкласса 5 |
| Пыленепроницаемые | | |
| 6 | Полностью пыленепроницаемые | Полная защита от попадания пыли на токоведущие части. Полная защита персонала от возможности прикосновения. |
| 6'' | С ограниченной пыленепроницаемой зоной (частично пыленепроницаемые) | Защита от попадания пыли на токоведущие части. Полная защита персонала от возможности прикосновения. |

5Выбор системы освещения

В практике проектирования осветительных установок промышленных зданий используются две отличные друг от друга системы освещения.

Первая система - система общего освещения -предназначена не только для освещения рабочих поверхностей, но и всего помещения в целом,в связи, с чем светильники общего освещения обычно располагаются под потолком помещения на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей.В системе общего освещения принято различать два способа размещения светильников равномерное и локализованное.В системе общего равномерного освещения расстояние между светильниками в каждом ряду и расстояние между рядами выдерживаются неизменными.В системе общего локализованного освещения положение каждого светильника определяется соображениями выбора наивыгоднейшего направления светового потока и устранение теней на освещаемом рабочем месте,т.е. целиком зависит от расположения оборудования.

Вторая система - система комбинированного освещения - включает в себя как светильники у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей поверхности(местное освещение), так и светильники общего освещения, предназначенные для выравнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещённости по проходам помещения.Освещённость рабочих мест, создаваемая светильниками общего освещения при системе комбинированного,должна составлять 10% нормируемой,но не менее 150 лк при газоразрядных лампах и 50 лк при лампах накаливания.

Система комбинированного освещения обычно характеризуется повышенными первоначальными затратами на оборудование по сравнению с системой общего освещения.Это обстоятельство определяется тем,что в системе комбинированного освещения к затратам на общее освещение добавляются затраты на установку местного освещения, включающие стоимость шарнирных кронштейнов предназначенных для крепления светильников к рабочим местам,а также затраты на устройство электрической части установки местного освещения на пониженном напряжении.

Анализ преимуществ и недостатков систем освещения позволяет рекомендовать систему комбинированного освещения в первую очередь в следующих случаях:

- 1) в производственных помещениях,в которых выполняются точные зрительные работы,относящиеся к разрядам I, II, III и IV, за исключением тех случаев,когда устройство местного освещения невозможно по технологическим или конструктивным соображениям;
- 2) в производственных помещениях с оборудованием, создающим глубокие и резкие тени на рабочей поверхности в условиях общего

освещения, а также на рабочих местах требующих изменения направления света в процессе работы;

3) в производственных помещениях с оборудованием, рабочие поверхности которого расположены вертикально или наклонно и нуждаются в сравнительно высоких уровнях освещенности.

В свою очередь система общего освещения при равномерном расположении светильников может быть рекомендована:

1) в производственных помещениях при высокой плотности расположения оборудования, если это оборудование не создаёт теней на рабочих поверхностях и не требует изменения направления света (ткацкие цехи);

2) в производственных помещениях, в которых по всей площади выполняются однотипные работы (литейные цехи, крупноборочные цехи);

3) в производственных помещениях, в которых работа не требует большого и длительного напряжения зрения (разряд V и ниже), а также во вспомогательных, складских и проходных помещениях.

К локализованному размещению светильников общего освещения целесообразно прибегать в следующих случаях:

1) в производственных помещениях при расположении рабочих мест группами, сосредоточенными на отдельных участках (группы станков);

2) в производственных помещениях, в которых на отдельных участках выполняются работы, требующие разных уровней освещенности;

3) в производственных помещениях с большими по площади рабочими поверхностями, требующими высокой освещенности или громоздким оборудованием, создающим тени, на которых невозможно устройство местного освещения.

Виды освещения

Электрическое освещение может быть: рабочее, аварийное, эвакуационное и дежурное. Рабочее освещение устраивается во всех помещениях и создаёт на рабочих поверхностях нормируемую освещенность, аварийное освещение позволяет не прекращать работу в случае аварии в сети рабочего освещения, освещение безопасности даёт возможность людям легко и уверенно выйти из помещения при аварии в сети рабочего освещения.

Аварийное освещение для продолжения работы необходимо там, где при внезапном отключении рабочего освещения возможно возникновение взрыва или пожара, массового травматизма длительного расстройства технологического процесса и т.д., а также нарушение работы ответственных объектов (электростанции, узлы радиопередачи водоснабжения теплофикации и т.д.). Аварийное освещение для продолжения работы при аварийном режиме должно создавать на рабочих местах 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк.

Эвакуационное освещение необходимо устраивать в местах, опасных для прохода, на лестницах, в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при внезапном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования, а также в любых производственных помещениях с числом работающих более 50 человек и в непромышленных помещениях, где одновременно могут находиться более 100 человек (спортивные и актовые залы, обеденные залы, большие аудитории и т.п.). В зданиях детских яслей-садов, во всех торговых залах с самообслуживанием, на лестничных клетках жилых домов высотой 6 этажей и более. Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещённость на полу основных проходов и ступенях лестниц не менее 0,5 лк.

6 Расчёт электрической осветительной установки (ОУ)

6.1 Электрооборудование для ОУ

Таблица 9 - Параметры трансформатора для питания осветительной сети

| Вариант | Мощность трансформатора,кВ·А | Коэффициент загрузки трансформатора | Коэффициент мощности, $\cos\varphi$ | ΔU % |
|---------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 1 | 1000 | 0,95 | 0,8 | 3,5 |
| 2 | 1600 | 0,8 | 0,95 | 5,2 |
| 3 | 630 | 0,7 | 0,8 | 4,6 |
| 4 | 1000 | 0,8 | 0,7 | 3,8 |
| 5 | 400 | 0,9 | 0,7 | 3,9 |
| 6 | 250 | 0,7 | 0,9 | 5,4 |
| 7 | 630 | 0,9 | 0,8 | 3,7 |
| 8 | 400 | 0,7 | 0,7 | 4,7 |
| 9 | 1600 | 0,9 | 0,9 | 4,4 |
| 10 | 1000 | 0,8 | 0,8 | 4,2 |
| 11 | 2500 | 0,95 | 0,95 | 4,9 |
| 12 | 630 | 0,8 | 0,9 | 4,8 |
| 13 | 400 | 0,7 | 0,8 | 4,9 |
| 14 | 630 | 0,9 | 0,8 | 3,7 |
| 15 | 400 | 0,8 | 0,7 | 4,3 |
| 16 | 1000 | 0,9 | 0,8 | 3,7 |
| 17 | 250 | 0,8 | 0,7 | 4,3 |
| 18 | 400 | 0,8 | 0,7 | 4,3 |
| 19 | 1000 | 0,7 | 0,8 | 4,7 |
| 20 | 400 | 0,8 | 0,9 | 5,0 |
| 21 | 250 | 0,7 | 0,8 | 4,9 |
| 22 | 400 | 0,6 | 0,9 | 5,7 |
| 23 | 250 | 0,8 | 0,95 | 5,3 |
| 24 | 1000 | 0,8 | 0,9 | 4,7 |

Выбор типа и расположения групповых щитков, компоновка сети и её выполнение. Групповые щитки располагаемые на стыке питающих и групповых линий предназначены для установки аппаратов защиты и управления электрическими осветительными сетями. В зависимости от условий среды применяются групповые щитки незащищённые, защищённые и защищённые с уплотнением. В помещениях с нормальными условиями среды рекомендуют применять щитки типа ОЩВ с линейными автоматами АЗ 161 и вводным АЗ 114/7 на 6 и 12 групп, в помещениях с тяжёлыми условиями среды - ПР9000 и ОПМ (линейные автоматы АЗ161, АЗ162 и АЗ163 и пакетный выключатель на 100А на вводе), взрывоопасных помещениях - щитки типа ЩОВ. Для установки в нишах применяют щитки типа УОЩВ (аппараты такие же, как у ЩОВ), ЩО31, ЩО32 и ЩО33 с линейными автоматами АЕ-1031-11 и АЗ114 на вводе. Для установки на узких основаниях применяют щитки ЩО41 с линейными автоматами АЕ-2041 и АЕ2043 (без выключателей на вводе) и РП-41 с линейными автоматами АЕ-2041 и АЕ-2043 и автоматом АЗ728Н на вводе. РП-41 применяют для защиты и управления осветительными установками с лампами ДРЛ, для этого их комплектуют четырьмя конденсаторами типа КС мощностью 18 квар.

При выборе мест расположения и числа групповых щитков следует руководствоваться следующими соображениями:

1. Располагать групповые щитки (ГЩ) необходимо по возможности в центре нагрузки, так как это уменьшает протяжённость групповой сети и расход проводникового материала.

2. Располагать ГЩ следует в местах, легкодоступных для обслуживания. Не следует располагать щитки обслуживающие данный этаж здания, на другом этаже.

3. Исходная протяжённость 3-х фазных 4-х проводных групповых линий может быть принята равной в среднем 80 м для системы напряжений 380/220 В и 60 м для 220/127 В. Соответственно длина 2-х проводных групповых линий может быть принята равной 35 и 25 м.

4. Нагрузка на однофазную группу не должна превышать 20 А. В ОУ с лампами ДРЛ мощностью 250 Вт и более или лампами накаливания 500 Вт и более разрешается увеличивать нагрузку на однофазную группу до 50 А.

5. К однофазной группе разрешается присоединять не более 20 токоприёмников (светильников и штепсельных розеток). При использовании многоламповых светильников с ЛЛ разрешается подключать к однофазной группе до 50 ламп.

При выборе трассы прокладки сети следует стремиться к всемерному сокращению её протяжённости. Однако это стремление должно быть увязано как с конструктивными, так и эксплуатационными требованиями, которым должна отвечать осветительная сеть. В частности, при открытом способе проводки, стремясь к минимальному сокращению её протяжённости, необходимо учитывать эстетические соображения, что заставляет

прокладывать сеть сообразно со строительными особенностями помещения, т.е. линиями, параллельными или перпендикулярными к основным плоскостям стен и потолка помещения.

При прокладке линий в высоких производственных помещениях при отсутствии кранов бывает целесообразно заменить прокладку проводов по потолку тросовой проводкой. Это мероприятие позволяет расположить светильники на сравнительно небольшой высоте, что облегчает доступ к ним, упрощает монтаж и даёт заметную экономию за счёт сокращения длины спусков к светильникам.

При группировке светильников всегда следует обдумывать целесообразность их одновременного включения и выключения. В частности целесообразно группировать светильники в производственных помещениях по линиям, параллельным световым проёмам, что обеспечивает возможность постепенного их включения по мере наступления темноты в помещении.

Выполнение электрических осветительных сетей возможно проводами и кабелями, как правило, с алюминиевыми жилами. Ввиду большой дефицитности меди провода и кабели с медными жилами применяются для взрывоопасных помещений классов В-1 и В-1а, на театральных сценах и в некоторых других случаях. Наиболее широко в ОС используются кабели в поливинилхлоридной оболочке с резиновой – АВРГ и поливинилхлоридной - АВВГ изоляцией. Провода и кабели выполняются одножильными, двухжильными, трёх- и четырёхжильными различного сечения от 1-2,5 до 120 мм² и более.

В ряде случаев для защиты от механических повреждений или воздействия химически активной среды провода снабжаются металлической оболочкой (АТПРФ), оплёткой из стальной проволоки (ПРП) или резиновым шлангом (КРПТ).

Для осветительных питающих сетей находят применение кабели с пропитанной бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке (ААГ). Для прокладки в условиях, где возможны механические повреждения, такие кабели снабжаются бронёй из стальных лент и наружным джутовым покровом (ААБ).

Всё многообразие существующих способов выполнения ОС может быть разделено на открытую и скрытую проводки.

Открытая проводка предусматривает прокладку проводов непосредственно по поверхностям стен и потолка или на изолирующих опорах, внутри стальных или пластмассовых труб.

Скрытая сменяемая проводка предусматривает прокладку проводов в пластмассовых или стальных трубах, укладываемых скрыто под штукатуркой, в полах, в бороздах, за подвесными потолками. Скрытая несменяемая проводка может так же выполняться без труб при условии применения специальных проводов марок АППВС и АППВ, которые разрешается прокладывать в слое штукатурки, в толще цементного раствора подготовки пола и в пустотах железобетонных плит перекрытий.

Для ориентировки в выборе способа прокладки и марки проводов и кабелей в различных условиях может служить таблица 91 стр.186 (Сибикин).

Выбор автоматических выключателей.

Выбирают по следующим условиям :

$$U_{н.а} \geq U_{н.у};$$

$$I_a \geq I_{н.у};$$

$$I_{н.р} \geq K_{н.т} \cdot I_{р.мах};$$

$$I_{н.э} \geq K_{н.э} \cdot I_{к.мах};$$

$$I_{пред.откл.} \geq I_{к.мах},$$

где $U_{н.а}$, $U_{н.у}$ – соответственно номинальные напряжения автомата и установки;

I_a , $I_{н.у}$ – номинальные токи автомата и установки;

$I_{н.р}$ – номинальный ток расцепителя автомата;

$K_{н.т}$ – коэффициент надёжности, учитывающий разброс по току срабатывания теплового расцепителя, принимается в пределах от 1,1 до 1,3;

$I_{н.э}$ – ток отсечки электромагнитного расцепителя;

$K_{н.э}$ – коэффициент, учитывающий разброс по току электромагнитного расцепителя и пускового тока электродвигателя (для автоматов АП-50, АЕ-2000 и АЗ700 $K_{н.э} = 1,25$, для АЗ100 $K_{н.э} = 1,5$).

$I_{пред.откл.}$ – предельно отключаемый автоматом ток;

$I_{к.мах}$ – максимальный ток короткого замыкания в месте установки автомата.

Выбор сечений проводников ОС по нагреву

После распределения светильников по группам необходимо определить сечение проводников распределительной и магистральной сети. Для выбора сечений проводников по нагреву необходимо найти расчётный ток:

для двухпроводной сети (Ф + N)

$$I_{расч} = \frac{P_{расч}}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} \text{ А,} \quad (6.1)$$

для трёхпроводной сети(2Ф +М)

$$I_{расч} = \frac{P_{расч}}{2U_{\phi} \cdot \cos\varphi} \text{ А,} \quad (6.2)$$

для трёхпроводной (3Ф) или четырёхпроводной (3Ф + N)

$$I_{\text{расч}} = \frac{P_{\text{расч}}}{\sqrt{3} U_{\text{ф}} \cdot \cos\varphi} \text{А}, \quad (6.3)$$

где $P_{\text{расч}}$ - расчётная мощность соответствующей группы или линии с учётом потерь в пускорегулирующих устройствах (для газоразрядных ламп низкого давления $P_{\text{расч}} = 1,25 \sum P_{\text{ном.л}}$, для ламп типа ДРЛ $P_{\text{расч}} = 1,12 \sum P_{\text{ном.л}}$, $P_{\text{у}} = \sum P_{\text{ном.л}}$), кВт ; $\cos\varphi = 0,95$ для ЛЛ; $\cos\varphi = 0,57$ для ламп типа ДРЛ; $\cos\varphi = 1$ для ламп накаливания.

Расчётную нагрузку штепсельных розеток подключённых к однофазным групповым линиям, при проектировании можно принимать равной 500Вт на 10-15 розеток.

Пример:

4. Выбрать провод и автомат для защиты групповой двухпроводной осветительной сети, выполненной 12 светильниками ПЛУ(4x40) установленными в торговом зале магазина. Проводка выполнена скрытно. Питание осуществляется от распределительного щитка типа ОЩВ-12.

Решение:

Расчетный ток группы по формуле (6.1)

$$I_{\text{расч}} = \frac{1,25 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 40}{220 \cdot 0,95} = 11,5 \text{А}.$$

Номинальный ток теплового расцепителя автомата

$$I_{\text{ном.т}} \geq 1,15 I_{\text{расч}} \quad (6.4)$$

$$I_{\text{ном.т}} = 1,15 \cdot 11,5 = 13,2 \text{ А}$$

По «Справочник по проектированию электросетей и электрооборудования» выбираем Автомат ВА51-25 с $I_{\text{ном.т}} = 16 \text{А}$. По расчётному току выбираем провод марки АППВС (2x2,5) с $I_{\text{доп}} = 20 \text{А}$. Так как в ПУЭ отсутствуют данные о допустимых токах для проводов скрытой проводки, то для проводов проложенных в трубе: $I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расч}}$, или $20 \geq 15 \text{ А}$. Проверяем, защищает ли автомат провод от перегрузки $I_{\text{ном.т}} \leq I_{\text{доп}}$ или $16 \leq 20 \text{ А}$.

Пример:

5. Выбрать провод и автомат для защиты групповой четырёхпроводной осветительной сети с 10 светильниками типа ГсРМ-700 с лампами ДРЛ-700. Светильники закреплены на тросе и установлены в помещении

ремонтно-механических мастерских с нормальной средой. Питание осуществляется от распределительного щита типа СУ-9000.

Решение:

Расчетный ток по формуле (6.3)

$$I_{\text{расч}} = \frac{1,12 \cdot 10 \cdot 700}{1,7 \cdot 380 \cdot 0,57} = 20,92 \text{ А.}$$

Номинальный ток теплового расцепителя автомата по формуле (6.4)

$$I_{\text{НОМ.Т}} = 1,15 \cdot 20,92 = 24 \text{ А.}$$

Выбираем автомат ВА51-25 с $I_{\text{НОМ.Т}} = 25 \text{ А}$.

По расчётному току выбираем провод марки АВТ(4×2,5) $I_{\text{доп}} = 24 \text{ А}$.

Проверяем, защищает ли автомат провод при к.з. по условию $I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расч}} - 24 \geq 20,92$ (выполняется) и $I_{\text{НОМ.Т}} \leq I_{\text{доп}} - 25 \geq 24$ (не выполняется). Так как условие не выполняется, то увеличиваем сечение провода. Окончательно выбираем провод марки АВТ(4×4) с $I_{\text{доп}} = 32 \text{ А}$, или $25 \leq 32 \text{ А}$.

Таблица 10 – Техническая характеристика основных автоматических выключателей.

| Тип автомата | Номинальный ток автомата | Число полюсов | Вид расцепителя | Номинальный ток расцепителя, А | Обозначение типа (по исполнению) | Уставка тока срабатывания электромагнитного расцепителя (отсечка) |
|--------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| АВ25 | 25 | 1 | Тепловой | 15; 20; 25 | АВ25 | |
| АП50 | 25 | 1 | Комбинированный | 1; 6; 2; | АП-50-2МТ | $3,5 I_{\text{НОМ}}$ |
| | | | | | АП-50-3МТ | $11 I_{\text{НОМ}}$ |
| А3160 | 50 | 1 | Тепловой | 15; 20; 25; 30; 40; 50 | А3161 | |
| | | | | | А3163 | |
| А3110 | 100 | 3 | Комбинированный | 15; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100 | А3114/1 | $10 I_{\text{НОМ}}$ |
| А3120 | | | | | А3124 | 430; 600; 800 |
| А3130 | 200 | 3 | Комбинированный | 120; 150; 200 | А3134 | $7 I_{\text{НОМ}}$ |
| А3140 | 600 | | | | А3144 | $7 I_{\text{НОМ}}$ |
| АЕ2030 | 25 | 1 | | 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6; | АЕ2034 | $12 I_{\text{НОМ}}$ |

Продолжение таблицы 10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 |
|---------|---------|-----------------|--|--|---------------|---------------------|
| | | 2 | Комбинированный | 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 | AE2035 | 12 I _{НОМ} |
| | | 3 | | | AE2036 | |
| | | 1 | | | AE2044 | |
| 2 | AE2045 | | | | | |
| 3 | AE2046 | | | | | |
| A E2040 | 63 | 1 | | 32; 40; 50 63 | AE2054 | |
| AE2050 | 100 | 2 | | 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100 | AE2055 | |
| | | 3 | | | AE2056 | |
| | | 2 | | | A3715ф | 630 |
| A3710 | 160 | 3 | | 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160 | A3716ф | 1600 |
| | | 2 | | | 160; 200; 250 | A3725ф |
| A3720 | 250 | 3 | | A3726ф | | |
| | | A3730 | 400 | 2 | 250; 320; 400 | A3735Б |
| 3 | A3736Б | | | | | |
| A3740 | 630 | 1 | 400; 500 630 | A3745 Б | 6300 | |
| | | 2 | | A3746Б | | |
| A63 | 25 | 1 | Электромагнитный с гидравлическим замедлением срабатывания | 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10 | A63-МГ | 10I _{НОМ} |
| | | Комбинированный | 6,3; 10; 16 20; 25 | A63-МГ | | |
| AK63 | 63 | 1 | Электромагнитный с гидравлическим замедлением срабатывания | 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10 | AK63-1МГ | 10I _{НОМ} |
| | | 2 | | | AK63-2МГ | |
| | | 3 | | | AK63-3МГ | |
| | | 1 | Комбинированный | 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63 | AK63-1М | 3 I _{НОМ} |
| | | 2 | | | AK63-2М | 14 I _{НОМ} |
| 3 | AK63-3М | | | | | |

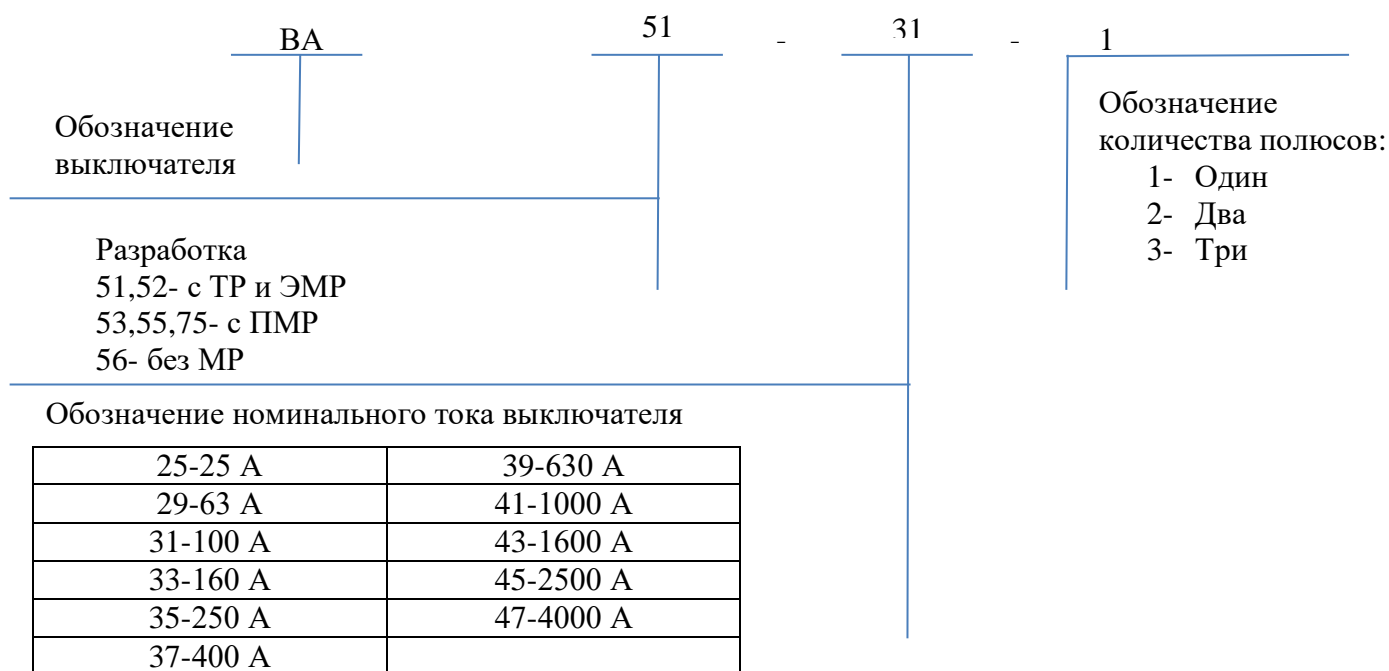
Таблица 11 – Технические данные автоматических выключателей серии ВА

| Тип | Номинальный ток | | Кратность уставки | | I _{откл} , кА |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| | I _{н.а.} | I _{н.р.} | K _{у(тр)} | K _{у(эмп)} | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ВА51-25 | 25 | 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,6 | 1,2 | 14 | 3 |
| | | 2; 2,5; 3,15; 4; 5 | | | 1,5 |
| | | 6,3; 8 | 1,35 | 7,1 | 2 |
| | | 10; 12,5 | | | 2,5 |
| | | 16 20; 25 | | | 3 |
| ВА51-31-1 ВА51Г-31 | 100 | 6,3; 8; 10; 12 | 1,35 | 3,7; 10 | 2 |
| | | 10 | | | 2,5 |
| | | 20; 25 | | | 3,5 |
| | | 31,5 40; 50; 63 | | | 5 |

Продолжение таблицы 11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------|-----|-------------------|------|---------|-----------------------------|
| | | 80; 100 | | | |
| BA51-31 BA51Г-31 | | 6,34 8 | | | 2 |
| | | 10; 12,5 | | | 2,5 |
| | | 3105; 40; 50; 63 | | | 3,8 |
| | | 80; 100 | | | 6 |
| BA51-33 BA51Г-31 | 160 | 80; 100; 125; 160 | 1,25 | 10 | 12,5 |
| | | BA51-35 | | 250 | 80; 100; 125; 160; 200; 250 |
| BA51-37 | 400 | 250; 320; 400 | | 10 | 25 |
| BA51-39 | 630 | 400; 500; 630 | | | 35 |
| BA52-31 BA52Г-31 | 100 | 16; 20 | 1,35 | 3,7; 10 | 12 |
| | | 31,5; 40 | | | 15 |
| | | 50;63 | | | 18 |
| | | 80; 100 | | | 25 |

Структура условного обозначения автоматического выключателя



Автоматические выключатели серии ВА

Выключатели серии ВА разработок 51,52,53,55 предназначены для отключений при к.з. и перегрузках в электрических сетях, отключений при недопустимых снижениях напряжения, а также для нечастых оперативных

включений и отключений электрических цепей. Выключатели серии ВА разработок 51 и 52 имеют тепловой (ТР) и электромагнитный расцепители, иногда только ЭМР. ВА51 имеют среднюю коммутационную способность.

ВА52 – повышенную. ВА51Г и ВА52Г предназначены для защиты АД с КЗР работающих в режиме АСЗ(пуск и отключение).

Уставка срабатывания в зоне перегрузки 1,25 I_{ц.р.} в течении времени не более 2 ч (с нагретого состояния). Имеют 2- и 3- полюсное исполнение при напряжении до 660 В переменного и до 400 В постоянного тока.

ВА51-31-1 применяются только для ОУ и имеют 1-полюсное исполнение.

Выключатели серии ВА разработок 53,55,57 имеют полупроводниковый максимальный расцепители с регулированием ступеней: номинального тока расцепителя: 0,63; 0,8; 1,0 от номинального тока выключателя.

Например, при I_{н.а.} = 160 А можно установить I_{н.р.} = 100, 125, 160 А; уставки срабатывания в зоне к.з. для переменного тока - (2,3,5,7,10)I_{н.р.}, для постоянного ток - (2,4,6)I_{н.р.}; уставки времени срабатывания при 6I_{н.р.} переменном и 6I_{н.р.} постоянном токе – 4,8 и 16 с.

При больших токах к.з. выключатели срабатывают мгновенно (без выдержки времени). Ток срабатывания в зоне перегрузки равен 1,25I_{н.р.} для всех выключателей. Максимальные значения I_{у(кз)} выбирают, если на защищённом участке возможны большие броски тока обусловленные технологическим процессом включением трансформаторов или пуском ЭД, При спокойном характере нагрузки I_{у(кз)} следует выбирать не более 5I_{н.р.}, а при отсутствии бросков тока I_{у(кз)} = 2I_{н.р.}. В случае необходимости кратность отсечки можно увеличивать в период эксплуатации.

Таблица 12 – Распределительные пункты серии ПР8501

| № схем ы | Номинальнонапря- жение, В | Число автоматических выключателей | | № схем ы | Номинальнонапря- жение, В | Число автоматических выключателей | |
|--|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | одно- полюсны е ВА51- 29 | трёх- полюсны е ВА51- 31 | | | одно- полюсны е ВА51- 29 | трёх- полюсны е ВА51- 31 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| С зажимами на вводе | | | | | | | |
| Номинальный ток 160А, рабочий ток для IP21 УЗ 128А, для IP54 УХЛ2, Т2 120А | | | | Номинальный ток 250А, рабочий ток для IP21 УЗ 200А, для IP54 УХЛ2, Т2 188А | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 001 | 380 | 3 | 1 | 012 | 380 | 12 | - |
| 002 | 380 | 6 | - | 013 | 380 | 6 | 2 |
| 003 | 380 | 3 | 1 | 014 | 660 | - | 4 |
| 004 | 660 | - | 2 | 015 | 380 | 18 | - |

| | | | | | | | |
|---|-----|----|---|--|-----|----|----|
| 005 | 380 | 12 | - | 016 | 380 | 12 | 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 006 | 380 | 6 | 2 | 017 | 380 | 6 | 4 |
| 007 | 660 | - | 7 | 018 | 660 | - | 6 |
| 008 | 660 | 18 | - | 019 | 380 | 24 | - |
| 009 | 380 | 12 | 2 | 020 | 380 | 18 | 2 |
| 010 | | 6 | 4 | 021 | 380 | 12 | 4 |
| 011 | 660 | - | 6 | 022 | 380 | 6 | 6 |
| | | | | 023 | 660 | - | 8 |
| | | | | 024 | 380 | 30 | - |
| | | | | 025 | 380 | 24 | 2 |
| | | | | 026 | 380 | 18 | 4 |
| | | | | 027 | 380 | 12 | 6 |
| | | | | 028 | 380 | 6 | 8 |
| | | | | 029 | 660 | - | 10 |
| С автоматическим выключателем ВА51-33 до 160А на вводе | | | | С автоматическим выключателем ВА51-35 до 250А на вводе | | | |
| Номинальный ток 160А, рабочий ток для IP21 УЗ 128А, для IP54 УХЛ2, Т2 120А | | | | Номинальный ток 160А, рабочий ток для IP21 УЗ 200А, для IP54 УХЛ2, Т2 188А | | | |
| 045 | 380 | 3 | - | 056 | 380 | 12 | - |
| 046 | 380 | 6 | - | 057 | 380 | 6 | 2 |
| 047 | 380 | 3 | 1 | 058 | 660 | - | 4 |
| 048 | 660 | - | 2 | 059 | 380 | 18 | - |
| 049 | 380 | 12 | - | 060 | 380 | 12 | 2 |
| 050 | 380 | 6 | 2 | 061 | 380 | 6 | 4 |
| 051 | 660 | - | 4 | 062 | 660 | - | 6 |
| 052 | 380 | 18 | - | 063 | 380 | 24 | - |
| 053 | 380 | 12 | 2 | 064 | 380 | 18 | - |
| 054 | 380 | 6 | 4 | 067 | 660 | 12 | 4 |
| 055 | 660 | - | 6 | 066 | 380 | 6 | 6 |
| | | | | 067 | 380 | - | 8 |
| | | | | 068 | 380 | 30 | - |
| | | | | 069 | 380 | 24 | 2 |
| | | | | 070 | 380 | 18 | 4 |
| | | | | 071 | 380 | 12 | 6 |
| | | | | 072 | 380 | 6 | 8 |
| | | | | 073 | 660 | - | 10 |
| <i>Примечания:</i> | | | | | | | |
| 1. Номинальный ток комбинированных расцепители автоматических выключателей ВА51-29: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63А; автоматических выключателей ВА51-33: 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100А. | | | | | | | |
| 2. Кратности тока отсечки 3, 7 и 10 номинального тока уставки. | | | | | | | |
| 3. номинальные токи уставки и кратность тока отсечки автоматических выключателей указываются при заказе. | | | | | | | |

Таблица 13 – Групповые щитки типа ЯОУ-8501 – ЯОУ-8508

| Тип щитка | Тип выключателя на вводе | Автоматические выключатели на группах | | Степень защиты | Способ установки |
|-----------|--------------------------|---------------------------------------|------------|----------------|------------------------|
| | | Тип | Количество | | |
| ЯОУ-8501 | ПВЗ-60 | АЕ1031 | 6 | IP54 | Открыто |
| ЯОУ-8502 | ПВЗ-100 | АЕ1031 | 12 | | |
| ЯОУ-8503 | ПВЗ-100 | АЕ2044 | 6 | | |
| ЯОУ-8504 | ПВЗ-100 | АЕ2046 | 2 | | |
| ЯОУ-8505 | ПВЗ-60 | АЕ1031 | 6 | IP20 | В нише, 650×300×150 |
| ЯОУ-8506 | ПВЗ-100 | АЕ1031 | 12 | | |
| ЯОУ-8507 | - | АЕ1031 | 6 | | В нише, 650×300×150 |
| ЯОУ-8508 | - | АЕ1031 | 12 | | |

Примечание - Автоматические выключатели АЕ-1031, АЕ-2044 однополюсные, АЕ-2046 – трёхполюсные.

Таблица 14 – Групповые щитки заводов главэлектромонтаж Минмонтажспецстроя

| Тип щитка | Аппарат на вводе | Автоматические выключатели на группах | | Способ установки | № рисунка | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|-------------|------------------|---------------------------------------|-------|------------------|-----------|-------------|-----|-----|----------------|-----------|
| | | Тип | Число | | | L | A | H | H ₁ | |
| ОП-3УХЛ4 | - | АЕ1000 | 3 | Открыто | | 374 | 254 | - | - | - |
| ОП-6УХЛ4 | - | АЕ1000 | 6 | | | 374 | 254 | - | - | 6 |
| ОП-9УХЛ4 | - | АЕ1000 | 9 | | | 500 | 380 | - | - | - |
| ОП-12УХЛ4 | - | АЕ1000 | 12 | | | 500 | 380 | - | - | 9 |
| ОЩ-6УХЛ4 | зажимы | А63 | 6 | Открыто | | - | 300 | 416 | - | 13 |
| ОЩ-12УХЛ4 | зажимы | А63 | 12 | | | - | 500 | 616 | - | 19,5 |
| ОЩВ-6АУХЛ | АЕ2046-10 | А3161 | 6 | | | - | 400 | 516 | - | 16,5 |
| ОЩВ-12АУХЛ | АЕ2056-10 | А3161 | 12 | | | - | 600 | 716 | - | 23 |
| УОЩВ-6АУХЛ | АЕ2046-10 | АЕ2046-10 | 6 | Открыто | | - | 400 | 600 | 500 | 17,5 |
| ФОЩВ-12АУХЛ | АЕ2056-10 | | 12 | | | - | 600 | 800 | 700 | 24,5 |

Таблица 15 – Щитки серии ОП, ОЩ, ОЩВ, ОМП, ЩО-31, ЩО-33, ЩОВ

| Тип щитков | Аппараты защиты и управления | | | Примечание |
|------------|--|------------|------------|--|
| | На вводе | На группах | | |
| | | Тип | Количество | |
| ОП-6 | - | АБ25 | 6 | I _{тр} = 15,20А |
| ОП-12 | - | АБ25 | 12 | |
| ОЩ-6 | - | А3161 | 6 | I _{тр} = 15, 20, 25 А |
| ОЩВ-6 | А3114/7 | А3161 | 6 | |
| УОЩВ-6 | А3114/7 | А3161 | 6 | |
| ОЩ-12 | - | А3161 | 12 | |
| ОЩВ-12 | А3114/7 | А3161 | 12 | |
| УОЩ-12 | А3114/7 | А3161 | 12 | |
| ЩО31-21 | - | - | 6 | |
| ЩО31-32 | А3114 | - | 12 | |
| ЩО31-41 | - | - | 18 | |
| ЩО31-44 | - | - | 24 | |
| ЩО32-21 | - | АЕ1031-11 | 6 | |
| ЩО32-22 | А3114/7 | | 12 | |
| ЩО32-43 | - | | 18 | |
| ЩО32-44 | - | | 24 | |
| ЩО33-15 | - | | 6 | |
| ЩО33-26 | - | | 12 | |
| ЩО33-27 | - | | 18 | |
| ЩО33-38 | - | | 24 | |
| ОПМ1 | Пакетный выключатель на ток 100А | А3161 | 3 | Тепловые расцепители 15. 20, 25, 30, 40 и 50А |
| ОПМ3 | | А3161 | 9 | |
| ОПМ3 | | А3162 | 33 | |
| ОПМ3 | | А3163 | | |

Примечание:
 1. Щитки ОП, ОЩ, ОЩВ – защищённого типа, для открытой установки. Щитки ЩО31 – ЩО33, УОЩВ – защищённого исполнения, для утопленной установки (в нишах). Щитки ОПМ – пыленепроницаемого исполнения.
 2. Номинальный ток для всех щитков равен 100А

Таблица 16 –Щитки серии СУ94-00

| Тип щитков | Количество автоматов | | Тип щитков | Количества автоматов типа | |
|------------|----------------------|-------|------------|---------------------------|-------|
| | A3161 | A3163 | | A3161 | A3163 |
| СУ9441-11 | 8 | - | СУ 9445-11 | 30 | - |
| СУ9441-12 | 2 | 2 | СУ 9445-12 | 24 | 2 |
| СУ9441-13 | - | 2 | СУ 9445-13 | 23 | 1 |
| СУ 9441-14 | 5 | 1 | СУ 9445-14 | 25 | 1 |
| СУ9441-15 | 6 | - | СУ 9445-15 | 27 | 1 |
| СУ9441-16 | 3 | 1 | СУ 9445-16 | 16 | 2 |
| | | | СУ 9445-17 | 18 | 2 |
| СУ9442-11 | 12 | - | СУ 9445-18 | 20 | 2 |
| СУ9442-12 | - | 4 | СУ 9445-19 | 22 | 2 |
| СУ9442-13 | 7 | 1 | СУ 9445-20 | 21 | 1 |
| СУ9442-14 | 3 | 3 | СУ 9445-21 | 13 | 3 |
| СУ9442-15 | 10 | - | СУ 9445-22 | 15 | 3 |
| СУ9442-16 | 9 | 1 | СУ 9445-23 | 17 | 3 |
| СУ9442-17 | 6 | 2 | СУ 9445-24 | 19 | 3 |
| СУ9442-18 | 4 | 4 | СУ 9445-25 | 21 | 3 |
| | | | СУ 9445-26 | 10 | 4 |
| СУ9443-11 | 16 | - | СУ 9445-27 | 12 | 4 |
| СУ9443-12 | 13 | | СУ 9445-28 | 14 | 4 |
| СУ9443-13 | 11 | 1 | СУ 9445-29 | 16 | 4 |
| СУ9443-14 | 8 | 2 | СУ 9445-30 | 18 | 4 |
| СУ9443-15 | 10 | 2 | СУ 9445-31 | 7 | 5 |
| СУ9443-16 | 5 | 3 | СУ 9445-32 | 9 | 5 |
| СУ9443-17 | 7 | 3 | СУ 9445-33 | 11 | 5 |
| СУ9443-18 | 2 | 4 | СУ 9445-34 | 13 | 5 |
| СУ9443-19 | 4 | 4 | СУ 9445-35 | 15 | 5 |
| СУ9443-20 | 14 | - | СУ 9445-36 | 4 | 6 |
| | | | СУ 9445-37 | 6 | 6 |
| СУ 9444-11 | 20 | - | СУ 9445-38 | 8 | 6 |
| СУ 9444-12 | 17 | 1 | СУ 9445-39 | 10 | 6 |
| СУ 9444-13 | 14 | 2 | СУ 9445-40 | 12 | 6 |
| СУ 9444-14 | - | 6 | СУ 9445-41 | 3 | 7 |
| СУ 9444-15 | 15 | 1 | СУ 9445-42 | 5 | 7 |
| СУ 9444-16 | 9 | 3 | СУ 9445-43 | 7 | 7 |
| СУ 9444-17 | 11 | 3 | СУ 9445-44 | 9 | 7 |
| СУ 9444-18 | 6 | 4 | СУ 9445-45 | 2 | 8 |
| СУ 9444-19 | 8 | 4 | СУ 9445-46 | 4 | 8 |
| СУ 9444-20 | 3 | 5 | СУ 9445-47 | 6 | 8 |
| СУ 9444-21 | 5 | 5 | СУ 9445-48 | 19 | 1 |
| СУ 9444-22 | 12 | 2 | | | |
| СУ 9444-23 | 2 | 6 | | | |
| СУ 9444-24 | 18 | - | | | |

Примечание - Щитки серии СУ 9000 предназначены для утопленной установки (в нишах)

Таблица 17 – Щитки серии ЩО-41 и ПР-41

| Тип щитков | Число автоматов на группах | | Тип щитков | Тип вводного автомата | Число автоматов на группах | | Число конденсаторов |
|------------|----------------------------|-----------------|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|
| | АЕ-2041 (А3161) | АЕ-2046 (А3163) | | | АЕ-2041 (А3161) | АЕ-2046 (А3163) | |
| ЩО41-5101 | 3 | 1 | ПР41-4301 | А3728Н | - | 4 | 4 |
| ЩО41-5102 | 6 | 2 | ПР41-4302 | - | - | 4 | 4 |
| ЩО41-5203 | 12 | 2 | ПР41-4303 | А3728Н | 3 | 5 | - |
| ЩО41-5204 | 6 | 4 | ПР41-4304 | А3728Н | 3 | 7 | - |
| ЩО41-5205 | 18 | 2 | ПР41-4305 | А3728Н | 3 | 9 | - |
| ЩО41-5206 | 12 | 4 | | | | | |
| ЩО41-5207 | 6 | 6 | | | | | |

Примечание:

- Щитки ЩО-41 – предназначены для навесной установки на колоннах (благодаря однорядному расположению автоматов имеют небольшую ширину). ПР41 – напольного исполнения, предназначенные для защиты и управления осветительными сетями с лампами ДРЛ. Автоматы АЕ2000 комплектуются комбинированными расцепителями с $I_{расч} = 10, 12,5, 20, 25, 32, 40, 50, 63$.
- Номинальный ток ЩО41 равен 160 А, для ПР41 – 250 А.

6.2 Защита электродвигателей и силовых сетей

Рассматривая защиту силовых сетей, необходимо учитывать защиту как собственно электроприёмников (электродвигателей), так и электрические сети. Если ответвление питает только один электродвигатель, то защита ответвления совмещается с защитой электродвигателя.

Электродвигатели должны иметь аппараты защищающие их при межфазовом коротком замыкании, однофазном замыкании на корпус, перегрузке, понижении или исчезновении напряжения.

Защита от к.з. обязательна для всех двигателей (силовых электроприёмников) и всех силовых электрических сетей.

Защита от перегрузки выполняется для электродвигателей длительного режима работы, за исключением тех случаев, когда такая перегрузка мало вероятна. Для электродвигателей, работающих в повторно-кратковременном режиме, защита от перегрузки не выполняется.

Электродвигатели, устанавливаемые во взрывоопасных помещениях, защищаются от перегрузки во всех случаях.

От перегрузки необходимо защищать также: сети внутри помещений (цехов), проложенных открыто незащищёнными изолированными проводами с горючей оболочкой; сети выполненные кабелями и проводами, проложенными в трубах; сети, проложенные во взрывоопасных помещениях.

Защиту от понижения напряжения устанавливают на крупных электродвигателях, работа которых не допускается при пониженном напряжении.

Защитными аппаратами от к.з. являются плавкие предохранители, автоматические выключатели и максимальные токовые электромагнитные реле, воздействующие на отключающие аппараты.

Магнитные пускатели с тепловым реле защищают двигатели от перегрузки и понижения или исчезновения напряжения.

Аппараты, устанавливаемые в сетях до 1000В для защиты от к.з. и перегрузки, должны быть выбраны так, чтобы номинальный ток каждого из них $I_{н.з.а}$ был не менее расчётного тока $I_{расч}$ электроприёмника (электродвигателя) или рассматриваемого участка сети

$$I_{н.з.а} \geq I_{расч}, (6.5)$$

Выбор плавких вставок. Опытным путём установлено, что кратность пускового тока приёмника не превышает 2,5, то плавкую вставку можно выбирать по расчётному току линии

$$I_{н.вст} \geq I_{расч}, (6.6)$$

Этому условию удовлетворяют электродвигатели с реостатным пуском, трансформаторы, лампы накаливания.

Для ответвления к одиночному короткозамкнутому электродвигателю величина тока плавкой вставки $I_{вст}$ предохранителя должна удовлетворять условию

$$I_{вст} \geq \frac{I_{пуск}}{2,5}, (6.7)$$

Для ответвлений к одиночным электродвигателям с тяжёлыми условиями пуска и длительностью пускового периода более 2 – 2,5 (крупные вентиляторы, дробилки, краны и т.д.)

$$I_{вст} \geq \frac{I_{пуск}}{1,6 \div 2}, (6.8)$$

Плавкая вставка предохранителя, устанавливаемого для защиты линии, питающей группу электродвигателей, выбираем по двум условиям

$$I_{н.вст} \geq I_{расч} \quad \text{и} \quad I_{вст} \geq \frac{I_{пуск} + I_{расч}}{2,5}, (6.9)$$

где $I_{расч}$ - расчётный ток группы двигателей, работающих в длительном режиме;

$I_{\text{пуск}}$ - наибольший пусковой ток одного из двигателей данной группы;
 $I_{\text{расч}}$ - расчётный ток остальных двигателей группы, работающих в длительном режиме;

Ток плавкой вставки выбирают по большей из величин, определённых по этим формулам. Затем выбранную плавкую вставку проверяют на срабатывание током короткого замыкания (сети с глухозаземлённой нейтралью)

$$\frac{I_{\text{к.з.}}}{I_{\text{н.вст}}} \geq 3 \div 4, \quad (6.10)$$

где $I_{\text{к.з.}}$ - ток короткого замыкания цепи «фаза-ноль провод».

Выбор нагревательных элементов тепловых реле магнитных пускателей. Для двигателей с длительным режимом работы они выбираются по расчётному току $I_{\text{расч}}$ двигателя

$$I_{\text{н.тепл}} \geq I_{\text{расч}}, \quad (6.11)$$

где $I_{\text{н.тепл}}$ – номинальный ток нагревательного элемента.

Выбор тепловых расцепителей автоматических выключателей.

Номинальный ток теплового расцепителя $I_{\text{н.а.тепл}}$ для ответвления к двигателю или линии, питающей группу двигателей, выбирают по расчётному току цепи

$$I_{\text{н.а.тепл}} \geq I_{\text{расч}}, \quad (6.12)$$

При затяжных пусках двигателя

$$I_{\text{н.а.тепл}} \geq (1,2 - 1,25)I_{\text{расч}}, \quad (6.13)$$

При установке группы автоматических выключателей в закрытом шкафу

$$I_{\text{н.а.тепл}} \geq (1,1 - 1,15)I_{\text{расч}}, \quad (6.14)$$

Ток срабатывания $I_{\text{ср}}$ нагревательных элементов расцепителя или теплового реле

$$I_{\text{ср}} \geq I_{\text{н.а.тепл}}, \quad (6.15)$$

Выбор электромагнитных расцепителей автоматических выключателей. Номинальный ток расцепителей автоматических выключателей $I_{\text{н.а.эл}}$ или комбинированного расцепителя выбирается по длительному расчётному току линии (ответвления)

$$I_{\text{н.а.эл}} \geq I_{\text{расч}}, \quad (6.16)$$

Ток срабатывания (отсечки) $I_{ср}$ электромагнитного или комбинированного расцепителя проверяется по максимальному кратковременному току $I_{кр}$ линии (установки):

$$I_{ср.эл} \geq 1,25I_{кр}, \quad (6.16)$$

Для ответвления к одиночному двигателю максимальный кратковременный ток линии равен пусковому току двигателя $I_{кр} = I_{пуск}$.

Установка автоматов, имеющих только электромагнитные расцепители, на ответвлениях к короткозамкнутым двигателям не рекомендуется, поскольку это вызывает резкое увеличение сечений проводов.

Пример:

б. Определить номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, встроенного с группой других выключателей в шкаф, и выбрать сечение провода из условия нагрева и соответствия току расцепителя для присоединения асинхронного двигателя $P_n = 40$ кВт; $U_n = 380$ В; $I_n = 73$ А; $I_{пуск} / I_n = 6$; $I_{пуск} = 437$ А. Двигатель и защитная аппаратура установлены в помещении с нормальной средой. Поправочный коэффициент $K_1 = 1$ (температура воздуха в помещении 25°C).

Решение:

По расчётному току двигателя $I_{расч} = I_n = 73,1$ А выбираем автоматический выключатель АЗ710Б на 160 А (см таб.).

Так как автоматический выключатель встроенный в шкаф, то при выборе электромагнитного расцепителя следует учесть тепловой поправочный коэффициент

$$I_{а.эл} = 1,15I_{расч} = 1,15 \cdot 73,1 = 81,1 \text{ А}$$

По расчётному току выбираем расцепитель с номинальным током $I_{н.а.эл} = 100$ А и током мгновенного срабатывания 1600А.

Определяем ток срабатывания автомата при пуске

$$I_{ср.эл} \geq 1,25I_{кр} = 1,25 \cdot 437 = 546 \text{ А}$$

Так как $I_{ср.эл} = 546$ А меньше мгновенного тока срабатывания, то автомат при пуске не работает.

Подбираем три одножильных провода с алюминиевыми жилами, марка АПРТО сечением 25мм^2 для которых допустимая токовая нагрузка равна 80А. Проверяем выбранное сечение по коэффициенту защиты аппарата. Так как в автоматических выключателях серии АЗ700 ток уставки не регулируется, то кратность допустимого тока ответвления должна определяться по отношению к номинальному току расцепителя, в данном случае равному

$I_{з.а} = 100$ А. Находим значение K_3 для сетей не требующих защиты от перегрузки, для номинального тока расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратно зависимой от тока характеристикой: $K_1 = 1$.

Так как $K_1 \cdot I_{з.а} = 1 \cdot 100 = 100 \text{ А} \leq I_{доп} = 80 \text{ А}$, следовательно, требуемое условие не выполняется. Окончательно выбираем сечение провода 50 мм^2 , для которого условие $I_{доп}$ выполняется, так как $I_{доп} = 130 \text{ А} \geq K_3 \cdot I = 1 \cdot 100 = 100 \text{ А}$.

Пример:

6. Выбрать предохранитель для защиты вентилятора с двигателем 4А100S2У3 рассчитанным на $P_n = 4$ кВт, с напряжением сети 380/220 В, $I_n = 7,8$ А, $I_{пуск} / I_n = 7,5$ А, $I_{вст} = 58,5$, $\eta\% = 86,5$, $\cos\varphi_n = 0,89$. Вентилятор подключён к распределительному пункту серии СПУ-62.

Решение:

Расчётный ток $I_{расч} = K_3 \cdot I_n$, та как K_3 неизвестен, то принимаем $K_3 = 1$, тогда $I_{расч} = 7,8$ А. $I_{вст} \geq I_{пуск} / 2,5 = 58,5 / 2,5 = 23,4$ А или $I_{вст} \approx 25$ А. Учитывая, СПУ-62 комплектуются предохранителями ЕПЕ-60 В и ПН-2, принимаем $\alpha = 2,5$ (коэффициент зависящий от типа предохранителей и условий пуска двигателя).

| | | |
|--------------------|------|------|
| Тип предохранителя | ПР-2 | ПН-2 |
| | | НПН |

Пуск:

| | | |
|---------|---|-----|
| лёгкий | 3 | 2,5 |
| тяжёлый | 2 | 1,6 |

По расчётному току выбираем провод марки АПВ3(1×2,5) с $I_{оп.пр} = 19$ А $\geq I_{расч}$, т.е. $19 \geq 7,8$ А. Проверяем, защищает ли предохранитель провод при к.з., так как предохранитель в основном защищают надёжно при к.з., то между током плавкой вставки и допустимым током провода должно соблюдаться соотношение:

$$I_{вст} \leq 3I_{доп.пр}, 25 \leq 3 \cdot 19 = 57 \text{ А}.$$

Таблица 18 – Распределение люминесцентных светильников на группы с усреднёнными светотехническими характеристиками

| Характеристики светильников | Светильники, относящиеся к данной группе или отдельные светильники | Условный номер группы |
|--|--|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Подвесные диффузные светильники для производственных помещений без стекла (включая пылеводозащищённые с отражателями): без перфорации и решетки | ПВЛМ-Д; ЛД; ЛСП06(05); ЛСП02(04; 05; 06; 34-33) | 1 |
| Тоже с перфорацией без решетки | ПВЛМ-ДО; ЛДО; ЛСП06(13); ЛСП02(01; 02; 03; 31-33) | 2 |
| | ЛОУ1ПЗ-2×40/1001 | - |
| Тоже без перфорации с решеткой | ПВЛМ-ДР; ЛДР; ЛСП06(07); ЛСП02(10;11; 12; 16-18; 40-42; 46-48) | 3 |
| Тоже с перфорацией и решеткой | ПВЛМ-ДОР; ЛДОР; ЛСП06(15); ЛСП02(07; 08; 09; 13-15; 37-39; 43-45) | 4 |
| | ЛОУ1ПЗ-2×40/1011 | - |
| Подвесные пылеводозащищённые светильники; с рефлекторными лампами без решетки | ПВЛМ (двухламповые) | - |
| | ПВЛМ (многоламповые) | - |
| Тоже с рефлекторными лампами с решеткой | ПВЛМ-Р | - |
| Тоже с обычными лампами с рассеивающим стеклом | ПВЛ1; ПВЛП | 5 |
| Подвесные с взрывозащищённые светильники с отражателем | НОГЛ; НОДЛ | 6 |
| Подвесные светильники рассеянного света с решетками | ЛСО02(01; 02;03) | 7 |
| | ШОД | - |
| Встроенные и потолочные светильники излучающее часть светового потока в верхнюю полусферу: с рассеивателями | ЛСПО01(01; 02) | 8 |
| | ЛСПО02(01;двухламповые) | 9 |
| | Л201Б440-18М; Л201Б420-02М; Л201Г220-26;Л201Г240-26; Л201Г265-26; ЛПО02(02, двухламповые) | 10 |
| | ЛПО02(02, четырёхламповые) | - |
| | ЛПО02(01, четырёхламповые); ЛВО31(02);ЛВО01(01, двух- и четырёхламповые) | 11 |
| Тоже с решеткой | ЛПР | - |
| Встроенные и потолочные , не имеющие излучения в верхней полусфере: С рассеивателями | УСПЗ; УСП6; УСП11; УСП18; УСП31; УСП 35 (все двухламповые) | 12 |
| | УСПЗ; УСП6; УСП11; УСП18; УСП31; УСП 35 (все четырёх- и шестиламповые); Л201Б440-18 | 13 |

Продолжение таблицы 18

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|----|
| | ОВЛ; УВЛН1; УВЛВ1; УВЛН2; УВЛ2; ЛВП02(01; 03) | 14 |
| Тоже с решеткой | УСП2; УСП4 УСП9; ЛВО31(03) | 15 |
| | ВЛО-3×80Б; ВЛО-4×80Б; УВЛН3; УВЛВ4; УВЛН4; УВЛВ4; УВЛН5; УВЛВ5; ЛВП02(02; 04) | 16 |
| Встроенные светильники, присоединяемые к системе вентиляции с рассеивателями | ЛВП31-4×150(02-07); ЛВП 32-4×150(01; 02) | 17 |
| | ЛВП31-4×80(02-07); ЛВП32-4×80(01;02) | 18 |
| | ВЛК; ВЛКН | 19 |
| Одноламповые настенные или потолочные светильники | ОЛС1; ОЛС4; ЛПО03(01) | 20 |
| | ОЛС3 | - |
| | ВЛ-1; ЛПО03(03); ЛПО02(01) | 21 |
| | ЛВО01(01) | |
| Встроенные потолочные светильники с зеркальными отражателями с решеткой | ВО13(01); ЛПО13(01) | 22 |
| | УВЛН6; УВЛВ6 | - |
| Подвесные светильники с зеркальными отражателями | ЛСП01-2×80(01); ЛСП01-2×150(09) | 23 |
| | ЛСП01-2×150(13) | - |
| Тоже с решеткой и перфорацией | ЛСП01-2×80(03); ЛСП01-2×150(11) | 24 |
| | ЛСП01-2×150(15) | - |
| Тоже с перфорацией без решетки | ЛСП01-2×80(04); ЛСП01-2×150(12) | 25 |
| Тоже без решетки и перфорации | ЛСП01-2×80(02); ЛСП01-2×150(10) | 26 |
| Светильники специализированного назначения для световых потолков | ЛПО09 | - |

Таблица 19 – Светильники

| Серия, тип | Характеристика | Освещение |
|------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Л2010 | Потолочные, унифицированные с двумя, четырьмя и шестью лампами мощностью 20, 40 и 65 Вт в сети 220 В | Общее помещение общественных зданий с нормальными условиями среды |
| НКС01 | С лампой накаливания мощностью до 100 Вт в сети 220 В | Местное различных металлорежущих станков в производственных помещениях |
| ЛВС01 | С одной или двумя люминесцентными лампами мощностью 80 Вт в сети 127 В | Общая подсветка станка или освещение рабочей зоны станка |
| ИСПО02×1000 (К53-0105) | Прямого света, с одной лампой накаливания с вольфрамовым циклом мощностью 1000 Вт в сети 200 В | Высоких пролётов производственных помещений, где по роду технологического процесса постоянно присутствует пыль, высота подвеса 20-30 м |
| ЛКПО2×40/4ох-01 | Одна люминесцентная лампа прямого света мощностью 40 Вт в сети 220 В | Мотальных, прядильных, крутильных и других аналогичных машин |
| ЛНПО1 | Настольные с двумя люминесцентными лампами мощностью по 20, 30 Вт в сети 127 В | Местное регулировочных, монтажных, слесарных и других работ |
| МЛ | С двумя люминесцентными лампами мощностью 40, 80 Вт в сети 220 В | То же |
| СЗЛ | С зеркальной лампой накаливания мощностью 500, 1000 Вт в сети 240В | Открытых складов и других мест на территории предприятия |
| «Ветерок» | Открытые, продуваемые с лампой накаливания и ДРЛ мощностью 700, 1000, 1500 Вт в сети 220 В | Производственных помещений с тяжёлыми и особо тяжёлыми условиями среды |
| ИСПО1 «Гелиос» | Подвесные с галогенными лампами накаливания мощностью 1000, 1500, | Высоких пролётов производственных помещений |
| | 2000 Вт в сети 220В | с нормальными условиями среды |
| «Ореол-2» (ЛПО21) | Потолочный прямого света с двумя люминесцентными лампами мощностью 40 Вт | Общее общественных зданий различного назначения, за исключением проектно-конструкторских бюро и палат больниц |
| УПН | Подвесные прямого света с лампами накаливания мощностью 500, 1000 Вт в сети 127, 220 В | Общее сырых и пыльных (с негорючей пылью) производственных помещений |
| ЛВП31 | Пылезащищённые с четырьмя люминесцентными лампами | Общее производственных помещений с повышенной |

Продолжение таблицы 19

| 1 | 2 | 3 |
|--------------|--|---|
| | мощностью 80, 150 Вт в сети 220 В | пыльностью и влажностью. Светильники встраиваются в перекрытия и потолки безфонарных здания |
| УВЛ | Пылезащищённые с четырьмя или двумя люминесцентными лампами или амальгамными лампами мощностью 40, 65, 80 или 150 Вт в сети 220, 380 В | То же |
| ПВЛМ | Подвесные или потолочные с одной или двумя люминесцентными лампами мощностью 40 или 80 Вт в сети 220 В | Общее сырых и пыльных, в том числе пожароопасных производственных помещений |
| НСПО1 | Брызгозащищённые, подвесные с лампами накаливания мощностью 300 или 500 Вт в сети 127 до 240 В | Общее производственных помещений высотой 4-6 м с нормальными условиями среды, а также для пыльных и сырых помещений |
| ПВЛП | Подвесные с двумя люминесцентными лампами мощностью 40 в сети 220, 380 В | Общее производственных помещений с повышенным содержанием пыли и влажностью |
| НСПО9 | Подвесные с лампами накаливания мощностью 200 Вт в сети 220 В, 50 Гц | Общее производственных помещений промышленных зданий |
| В4А-50 | Подвесные с лампами накаливания мощностью 50 Вт в сети 12 В | Местное производственных взрывоопасных помещений классов VI, В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa |
| РТС | Подвесные прямого света с одной ртутной лампой мощностью 400, 700, 1000 Вт в сети 220 В | Общее производственных помещения с тяжёлыми условиями среды (влажных, сырых, жарких и пыльных) |
| ЛД | Подвесные с двумя люминесцентными лампами мощностью 40, 80 в сети 250 | Общее производственных помещений с нормальными условиями среды |
| ЛСПО1 | Подвесные с двумя люминесцентными лампами в сети 380 В для ламп мощностью 150 Вт и 220 В – для ламп 80 Вт | То же |
| НОДЛ НОГЛ | Подвесные с одной или двумя люминесцентными лампами мощностью 40, 80 Вт в сети 220 В, повышенной надёжности против взрыва | Общее производственных взрывоопасных помещений |
| ЛПО12 | Потолочные с трубчатой люминесцентной лампой мощностью 40, 80 в сети 127 В | Пульты управления и вертикальных поверхностей в помещениях общественных и промышленных зданий |

Продолжение таблицы 19

| 1 | 2 | 3 |
|--------------|--|--|
| ВЛКН | Встраиваемые в подшивные потолки с двумя люминесцентными лампами мощностью 40 Вт в сети 220 В | Освещение помещений общественных и административных зданий |
| ПСМ | Прожекторы с лампами накаливания мощностью 200, 500 и 1000 Вт в сети 127, 220 В | Открытых пространств, площадок, сооружений |
| ЛКС | Консольные с двумя люминесцентными лампами мощностью 4,6 и 8 Вт в сети 127 В | Местное шлифовальных и заточных станков |
| ЛВС02 «Ирис» | Встроенные прямого света, пылебрызгозащищённые с люминесцентными лампами 20 и 30 Вт в сети 110 и 220 В | Местное координатно- расточных станков |

Заключение

В методическом пособии показаны светотехнические расчёты осветительной сети с использованием люминесцентных ламп и ламп накаливания различными методами: метод коэффициента использования светового; точечный метод; метод удельных мощностей, а также выбор и размещение светильников. Показаны выбор типа светильника, системы освещения, электрооборудования осветительной сети и расчёт защиты электродвигателей и силовых сетей.

Список использованных источников

1. Соколова Е. М. Электрическое и электромеханическое оборудование. – М.: , Академия, 2011с.
2. Барабин Ю. Г. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. – М.:, Энергоиздат, 1991с.
3. Нужин В. П. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила Техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоиздат, 1999 с.
4. Чекалин Н.А. Охрана труда в электрической промышленности. – М.: Энергоиздат, 1986 с.
5. Девесиллов В.А. Охрана труда. – М.: ФОРУМ, 2010 с.
6. Под редакцией Г.М. Кноринга Справочная книга для проектирования электрического освещения, Л.; Энергия, 1976
7. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования, М.; Энергоатомиздат, 2991 г
8. Справочная книга, под редакцией Н.И. Чистякова, М., 1990 г.