

Введение

Основными потребителями электрической энергии являются различные отрасли промышленности, транспорта, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство городов и поселков. При этом около 70% потребления электроэнергии приходится на промышленные объекты.

Электрическая энергия широко применяется во всех отраслях народного хозяйства, особенно для электрического привода различных механизмов (компрессоров, насосов и т.д.), для электротехнологических установок (электротермических и электросварочных), а также для электролиза, электроискровой и электрозвуковой обработки материалов, электрокраски и др.

Для обеспечения подачи электроэнергии в необходимом количестве и соответствующего качества от энергосистем к промышленным объектам, устройствам и механизмам служат системы электроснабжения промышленных предприятий, состоящие из сетей напряжением 1кВ и выше, и трансформаторных, преобразовательных, распределительных подстанций.

Электроустановки потребителей электрической энергии имеют свои специфические особенности; к ним предъявляют определенные требования: надежность питания, качество электроэнергии, резервирование и защита отдельных элементов и др. При проектировании, сооружении и эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий необходимо правильно, в технико-экономическом аспекте, осуществлять выбор напряжений, определять электрические нагрузки, выбрать тип, число и мощность трансформаторных подстанций, виды их защиты, системы компенсации электрической мощности и способы ее регулирования напряжения. Это должно решаться с учетом совершенствования технологических процессов производства, роста мощности отдельных электрических приемников и особенности каждого предприятия, цеха, установки, повышения качества и эффективности их работы.

Передача, распределение и потребление выработанной электроэнергии на промышленных предприятиях должны производиться с высокой экономичностью и надежностью.

В системе цехового распределения электрической энергии широко используются КРУ, подстанции, силовые и осветительные шинопроводы. Это создает гибкую и надежную систему распределения, в результате чего экономится большое количество проводов и кабелей.

Упрощены схемы подстанций различных напряжений и назначений за счет, например, отказа от выключателей на первичном напряжении с глухим присоединением трансформаторов подстанций к питающим линиям. Широко применяют современные системы автоматики, а также простые и надежные устройства защиты отдельных элементов системы электроснабжения промышленных предприятий. Все это обеспечивает необходимое рациональное и экономическое расходование электроэнергии во всех отраслях промышленности, являющихся основными потребителями огромного количества электроэнергии, которая вырабатывается на электростанциях, оснащенных современным энергетическим оборудованием.

Для Республики Молдова основными источниками электрической энергии являются: Дубосарская ГЭС; Костештская ГЭС; Молдавская ГРЭС (Кучурганская) – это внутренние источники электрической энергии Республиканского значения. Также Республика Молдова импортирует электрическую энергию из Украины, Румынии и др. Большинство из крупных городов получают электроэнергию от СЕТ-1 и СЕТ-2 г.Кишинев, (СЕТ-Nord) города Бельцы.

Основными величинами напряжений в Республике Молдова потребляемые электроприемниками являются: 400, 330, 110, 35, 10 кВ – это величины высокого напряжения, и 0,4; 0,23 кВ - это низкие напряжения. Напряжение 6 кВ в Республике Молдова широко не применяется, но на предприятиях еще используются электрические двигатели на такое напряжение.

Характеристика насосной станции и требования, предъявляемые к электроприводу насосов

Насосные установки широко применяются на электромашиностроительных предприятиях для перекачивания жидких сред, а также технологической и охлаждающей воды. Сюда относятся насосы для перекачки охлаждающей эмульсии в металлообработке, насосы в системе водоснабжения и канализации, специальные насосы для химических сред в гальванических цехах, насосы для пропиточных составов, лакокрасочных материалов и т.п.

Наиболее широкое распространение получили установки с центробежными насосами. В спиральном корпусе насоса помещается рабочее колесо с лопатками. При вращении колеса двигателем жидкость, поступающая к центру колеса из заборного резервуара через всасывающий трубопровод и открытую задвижку, центробежной силой выбрасывается по лопаткам на периферию корпуса. В результате в центре рабочего колеса создается разрежение, жидкость засасывается в насос, снова выбрасывается и далее подается в напорный трубопровод. Таким образом, в системе при открытой задвижке создается непрерывное течение, и центробежный насос имеет равномерный ход.

Перед пуском центробежный насос нужно заполнить жидкостью. Насос может находиться как ниже, так и выше уровня жидкости. Если он расположен ниже уровня, то для его заливки достаточно открыть вентиль задвижки. Если же насос находится выше уровня перекачиваемой жидкости, то для заливки требуется создать разрежение внутри корпуса при помощи специального вакуум-насоса, в качестве которых обычно применяют поршневые насосы. После заливки насоса может быть включен приводной двигатель. Применяют три способа пуска:

I. Пуск при закрытой напорной задвижке, при котором плавно повышается давление в напорном трубопроводе и исключается Пуск при

закрытой напорной задвижке, при котором плавно повышается давление в напорном трубопроводе и исключается гидравлический удар в системе. От двигателя не требуется повышенный пусковой момент, так как пуск происходит практически вхолостую, но дополнительно тратится время на последующее открытие задвижки.

II. Пуск при открытой напорной задвижке удобен, если насос расположен ниже уровня жидкости в заборном резервуаре и имеется обратный клапан. В этом случае не тратится время на открытие задвижки, и общее время агрегата меньше, хотя пуск самого двигателя более длителен из-за увеличения $M_{с.п.}$

III. Пуск с одновременным включением привода открывания напорной задвижки насоса можно рассматривать как частные случаи первого и второго способов в зависимости от соотношения времени открывания задвижки и пуска насоса.

По способу действия насосы бывают не только центробежного типа, но и поршневого.

Поршневые насосы применяются для перекачивания воды при больших высотах всасывания (до 5 – 6 м). Ввиду возвратно-поступательного движения поршня для таких насосов, как и для поршневых компрессоров, характерны неравномерность хода и пульсации нагрузки на валу (при всасывании жидкости имеет место холостой ход, при сжатии – рабочий ход). Поэтому работа поршневых насосов сопровождается неравномерным течением жидкости в напорном трубопроводе. Для сглаживания пульсаций нагрузки и повышения равномерности хода применяют в одном насосе несколько рабочих цилиндров, а на валу устанавливают маховик.

Поршневые насосы пускаются при открытой задвижке на напорном трубопроводе, иначе может произойти авария. Если насос работает на магистраль, поддерживается постоянный напор H , то поршню при каждом ходе приходится преодолевать постоянное среднее усилие независимо от скорости перемещения. Среднее значение мощности на валу насоса $P_{ср} =$

c_1HQ , но так как $H = \text{const}$, то $P_{cp} = c_1Q = c_2\omega$. Следовательно, среднее значение момента на валу насоса при постоянном противодавлении не зависит от угловой скорости вала:

$$M_{cp} = P_{cp} / \omega = c_2 \omega / \omega = \text{const}.$$

Таким образом, поршневой насос пускается в ход под нагрузкой, и от приводного двигателя требуется повышенный пусковой момент.

Выбор системы электропривода насосов

Насосы относятся к числу механизмов с продолжительным режимом работы и постоянной нагрузкой. При отсутствии электрического регулирования скорости в насосных агрегатах небольшой мощности обычно применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, питаемые от сети 380 В. Для привода насосов мощностью свыше 100 кВт устанавливают асинхронные и синхронные двигатели на 6 и 10 кВ с прямым пуском, т.е. с включением на полное напряжение сети.

Двигатели поршневых насосов соединяются с валом насоса через замедляющую передачу (клиноременную или зубчатую), поскольку поршневые насосы являются тихоходными механизмами. Центробежные насосы в большинстве случаев выполняются быстроходными, поэтому их приводные двигатели имеют высокую угловую скорость ($\omega_0 = 150 - 300$ рад/с) и соединяются с валом насоса непосредственно.

Для центробежного насоса особо важен правильный выбор угловой скорости двигателя, т. к. производительность насоса (Q), создаваемый им напор (H), момент (M) и мощность (P) на валу двигателя зависят от угловой скорости ω . Для одного и того же насоса значения Q_1 , H_1 , M_1 и P_1 при скорости ω_1 связаны со значениями Q_2 , H_2 , M_2 и P_2 при скорости ω_2 соотношениями:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3}$$

Эксплуатационные свойства механизмов центробежного типа (насосов, компрессоров, вентиляторов) определяются зависимостью напора H (давление жидкости или газа на выходе механизмов) от производительности Q при различных угловых скоростях ω механизма. Эти зависимости, называемые $Q - H$ -характеристиками, обычно приводятся в виде графиков в каталогах для каждого механизма.

Для того, чтобы определить параметры H и Q насоса, необходимо знать $Q - H$ -характеристику магистрали, на которую будет работать насос. Пересечение характеристик насоса и магистрали дает значение H и Q , т.е. определяет режим работы механизма при различных скоростях его рабочего колеса. Полный напор в системе складывается из статического H_c и динамического $H_{дин}$ напоров, при этом вторая составляющая напора пропорциональна квадрату скорости либо квадрату производительности насоса:

$$H = H_c + H_{дин} = H_c + cQ^2.$$

В системе с преобладанием статического напора при незначительном изменении скорости двигателя от $\omega_1 = \omega_{ном}$ до ω_3 характеристика насоса не пересекается с характеристикой системы. Это значит, что насос перестает подавать жидкость в систему. Такое положение может иметь место при асинхронном приводе насоса, когда снижение напряжения сети (U_c) обуславливает уменьшение скорости двигателя. Что может вызвать остановку насоса.

Если в системе преобладает динамический напор, то снижение U_c не приводит к остановке асинхронного двигателя, однако производительность насоса уменьшается. При синхронном приводе насоса снижение U_c не изменяет скорости двигателя, и подача жидкости в систему не прекращается, но оно вызывает увеличение угла отставания θ ротора от статора и уменьшение $M_{\max}$ синхронного двигателя; при значительном снижении U_c двигатель выпадает из синхронизма и останавливается.

Расчет мощности приводных электродвигателей насосов

Выбираем асинхронный двигатель типа АИ (асинхронный интер-электродвигатель) предназначенный для замены АД серии 4А и 4АМ в соответствии с рекомендацией Международной Электротехнической Комиссией (МЭК). Двигатель основного исполнения имеет степень защиты 1Р43 (защищенное исполнение). По климатическому исполнению выбираем водостойкий.

Определяем мощность электродвигателей:

$$P_{\text{дв}} = k_3 \frac{\rho g Q (H_c + \Delta H)}{\eta_{\text{ном}} \eta_{\text{п}}} 10^{-3}$$

где ρ – плотность перекачиваемой жидкости кг/м³.

g – ускорение свободного падения – 9,81 м/с.

Q – производительность насоса – 60 м³/ч (0,0166 м³/с).

H – статистический напор, определяемы как сумма высоты всасывания и нагнетания: $h_v + h_n = 8 + 20 = 28$ м.

ΔH – потери напора в трубопроводе насосной установки – 1,2 м.

КПД – $\eta_{\text{ном}} = 0,7$, $\eta_{\text{п}} = 0,9$

$k_3 = 1,2$

И так, мощность электродвигателя составит:

$$P_{\text{ДВ}} = 1,2 \frac{1 \times 9,81(28 + 1,2)}{0,7 \times 0,9} 10^{-3}$$

$$P_{\text{ДВ}} = 54.5 \text{ кВт} \approx 55 \text{ кВт}$$

Мощность одного приводного электродвигателя 55 кВт. На основании расчетов и исходных данных выбираем электродвигатель типа АИР250М6, технические данные которого приведены в таблице (Литература 3 «Справочник электромонтера» В.В. Москоленко, издательство «Академия», Москва 2005).

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$I_{\text{ном}}$ А	$\eta_{\text{ном}}$ %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\frac{I_{\text{П}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{П}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{мин}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$	$J_{\text{р}}$ кг/м ²	Масса кг
АИР250М6	55	975	101	98,5	0,86	6,5	1,5	2,3	1,4	1,1	420

Согласно заданию (где $n = 950$ об/мин, $P = 1,5$ кВт) выбираем электродвигатель напорной задвижки типа АИР90L6 (Литература №3 «Справочник электромонтера» В.В. Москоленко, издательство «Академия», Москва 2005).

Данные электродвигателя приводятся в таблице.

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ кВт	$n_{\text{ном}}$ об/мин	$I_{\text{ном}}$ А	$\eta_{\text{ном}}$ %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$	$\frac{I_{\text{П}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{П}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{мин}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{ном}}}$	$J_{\text{р}}$ кг/м ²	Масса кг
АИР90L6	1.5	950	4.1	76	0.72	6	2	2,2	1,6	0.0073	16,9

Согласно заданию (где $n = 1420$ об/мин, $P = 2,5$ кВт), по той же таблице (Литература №3), выбираем электродвигатель вакуум-насосной установки выбираем типа АИР100S4. Его данные:

Тип двигателя	$P_{ном}$ кВт	$n_{ном}$ об/мин	$I_{ном}$ А	$\eta_{ном}$ %	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{I_{п}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{мин}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{макс}}{M_{ном}}$	J_p кг/м ²	Масса кг
АИР100S4	2,4	1420	7	82	0.83	5	2	1,6	2,2	0.0087	21,6

Электросхема управления насосной установкой и описание ее работы

Кроме аппаратуры общего назначения – контакторов, пускателей, промежуточных реле, универсальных переключателей и т.п. в системах автоматизации насосных установок используют специальные аппараты управления и контроля – реле контроля уровня жидкости, струйные реле, реле давления, реле контроля заливки центробежных насосов. В качестве реле контроля уровня применяют поплавковое реле, электродные реле, манометры различных типов, датчики емкостного типа, радиоактивные датчики.

Рассмотрим примеры построения схем управления электроприводами насосных агрегатов, поясняющие основные принципы, используемые при автоматическом управлении работой указанных механизмов.

На рисунке 1.1 приведена схема автоматизации простейшего насосного агрегата, предусматривающая два режима управления: ручное и автоматическое. Выбор режима производится с помощью ключа КУ. Если рукоятка КУ поставлена в положение Р (ручное), то управление двигателем М насоса осуществляется по обычной схеме – с помощью кнопок SBC (пуск),

SBT (стоп) и магнитного пускателя КМ. Включение или отключение насоса производится оператором, который следит за уровнем жидкости в резервуаре.

При установке ключа в положение А, автоматическое управление двигателем производится от датчика уровня. При малом уровне жидкости в резервуаре контакт РУ разомкнут, и насос не включен. Если жидкость достигнет верхнего уровня, контакт РУ замкнется, получит питание катушка пускателя КМ, и включится двигатель М. насос начинает работать и перекачивать жидкость из емкости к потребителю. Контакт РУ остается замкнут до тех пор, пока уровень жидкости в резервуаре не снизится до нижней отметки. Тогда контакт РУ разомкнется, что вызовет отключение пускателя КМ и остановку двигателя насоса.

Защита двигателя и агрегатов управления от тока к.з. и перегрузки осуществляется автоматическим выключателем QF, имеющим комбинированный расцепитель. Нулевая защита обеспечивается катушкой магнитного пускателя. Датчик уровня ДУ работает без понижающего трансформатора, а импульс управления с ДУ передается в схему непосредственно – без промежуточного реле. Такую схему можно применять при небольшом расстоянии между насосами и резервуаром, когда падение напряжения в проводах, соединяющих катушку КМ с контактами реле РУ, невелико.

На рисунке рис. 1.2 приведена схема автоматического управления двумя насосными агрегатами Н1 и Н2, эксплуатируемыми без дежурного персонала. Работа схемы основана на принципе пуска и остановки насосов в зависимости от уровня жидкости в контролируемом резервуаре, из которого производится откачка. Для контроля заполнения бака жидкостью применяют электронный датчик уровня ДУ. Схема разработана для условий пуска и остановки насосных агрегатов при постоянно открытых задвижках на выходном трубопроводе. Из двух насосных агрегатов один является рабочим, а второй – резервным. Режим работы агрегатов задается переключателем

откачки ПО: положение 1 – насос Н1 с двигателем М1 рабочий, насос Н2 с двигателем М2 – резервным, который включается, если производительность насоса Н1 окажется недостаточной. В положении 2 рабочим является насос Н2, а резервным – Н1.

Рассмотрим работу схемы при установленном переключателе откачки в положении 1, а ПУ1 и ПУ2 в положении А - стоит автоматическое управление насосами. Контакты 1 и 3 переключателя ПО замыкают цепи катушек реле РУ1 и РУ2, но реле не включается, т.к. при нормальном уровне жидкости остаются разомкнутыми электроды Э2, Э3 датчика уровня ДУ. При повышении уровня до электрода Э2 замыкается цепь катушки реле РУ1, оно срабатывает, и через замыкающий контакт РУ1 подается питание в катушку пускателя КМ1. Включается двигатель М1 и насос Н1 начинает откачку. Уровень жидкости в емкости понижается, но при разрыве контакта Э2 двигатель не останавливается, т.к. катушка реле РУ1 продолжает получать питание через свой контакт РУ1 и замкнутый контакт электрода Э1. Такая блокировка реле РУ1 применена во избежание частых пусков и остановок насосного агрегата при небольших изменениях уровня жидкости и обеспечивает отключение насоса лишь тогда, когда уровень жидкости спадает ниже нормального и размыкается контакт Э1.

При аварийном отключении рабочего насоса или недостаточной его производительности, уровень жидкост в резервуаре будет повышаться. Когда он достигнет электрода Э3 датчика ДУ, получит питание катушка реле РУ2. Реле сработает и включит магнитный пускатель ПМ2; включится двигатель М2 резервного насоса. Отключение резервного насоса произойдет при падении уровня жидкости ниже электрода Э1.

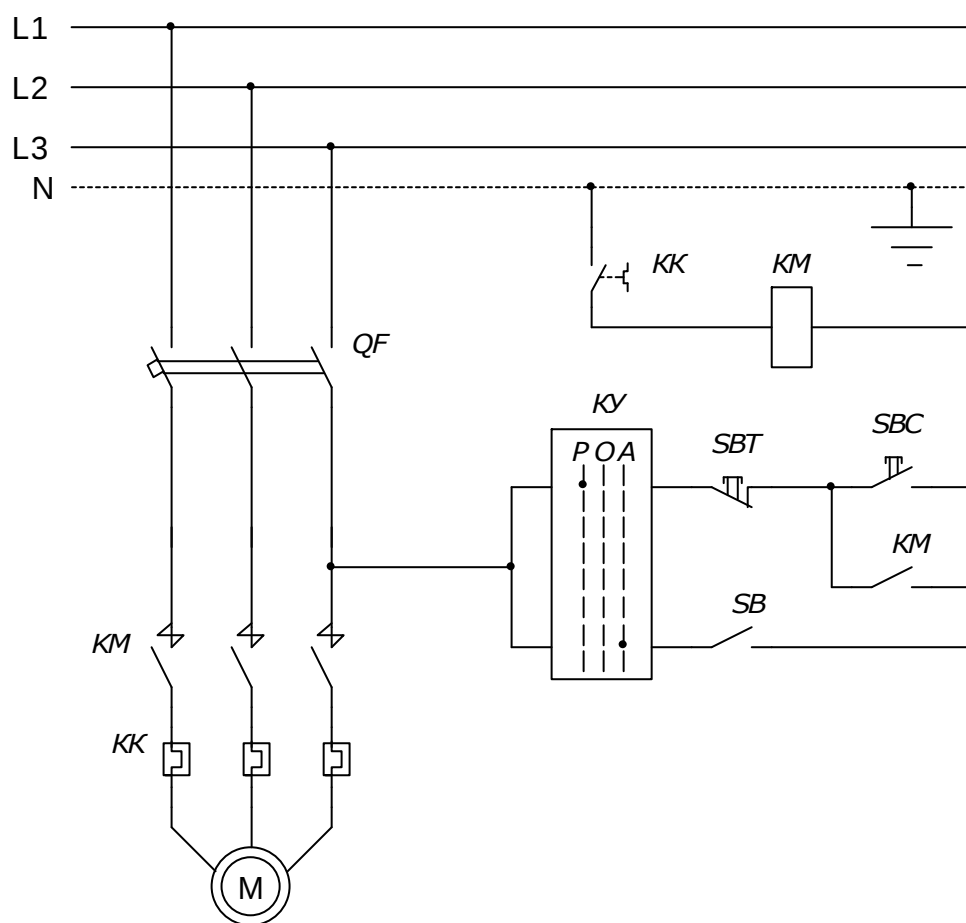


Схема автоматизации работы насоса. Рис.1.1

Если по каким либо причинам будет иметь место большой приток жидкости, то производительность обоих насосных агрегатов может оказаться недостаточной, и жидкость поднимется до предельно допустимого уровня, на котором установлен электрод Э4. При этом замкнется цепь катушки реле РА, которое сработает и замкнет цепь аварийной сигнализации, оповещая персонал о ненормальной работе насосных агрегатов. Для подачи предупредительного сигнала при исчезновении напряжения в цепях управления служит реле контроля напряжения РКН. Цепь аварийной сигнализации питается от самостоятельного источника. Белая сигнальная лампа НЛ служит для оповещения персонала о наличии напряжения в цепях управления при контрольных осмотрах аппаратуры.

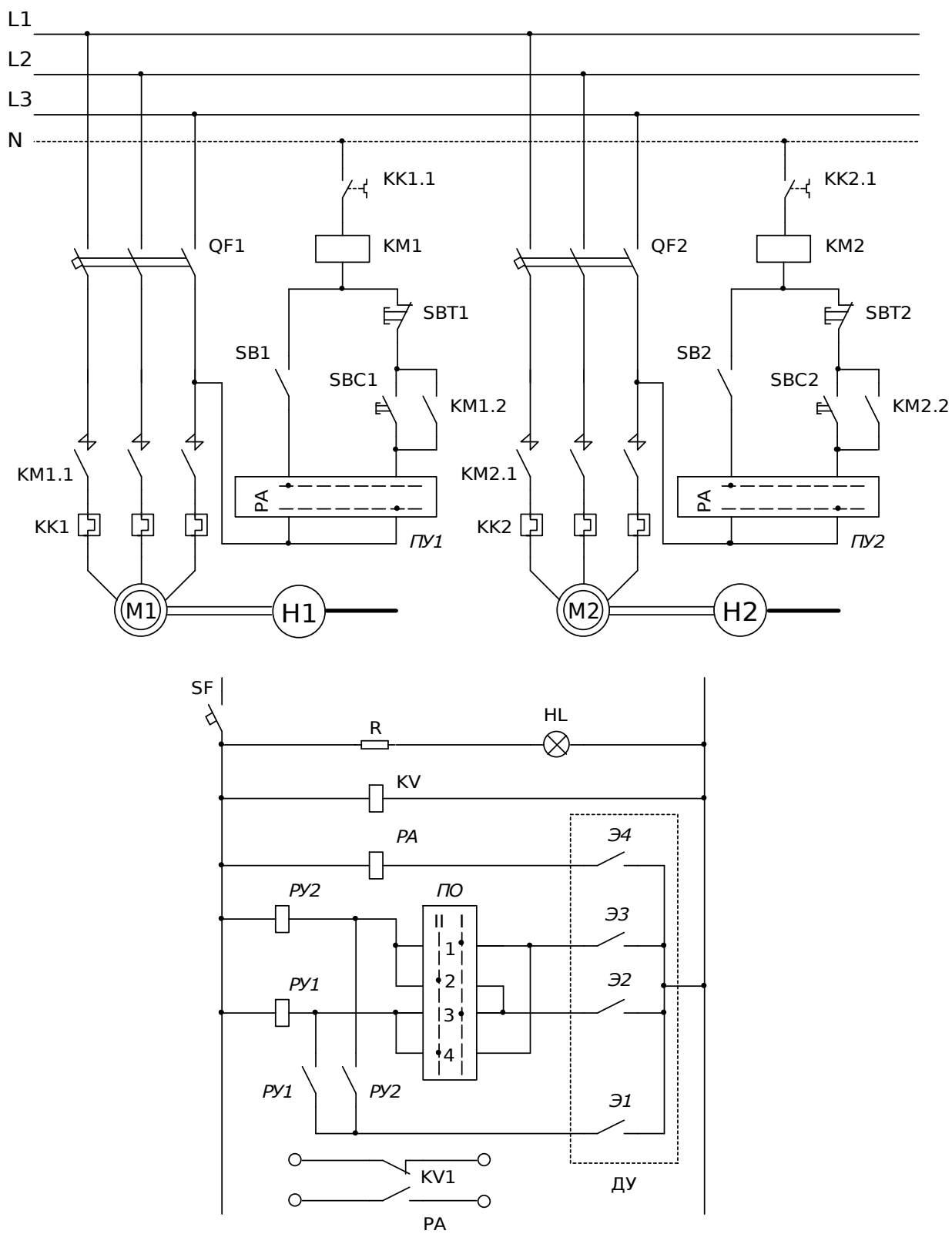


Схема автоматического управления двумя насосами. Рис.1.2

Переход на ручное (местное) управление насосными агрегатами производится поворотом переключателей ПУ1 и ПУ2 в положение Р. Включение и отключение двигателей М1 и М2 производится нажатием SB1 и SBC1 или SB2 и SBC2, расположенных непосредственно у насосных агрегатов.

На рисунке 1.3 приведена схема управления насосной задвижкой, которая открывается и закрывается небольшим асинхронным двигателем через редуктор. При подаче напряжения на схему загорается в полнакала зеленая лампа HL1. Включение насосного агрегата производится через реле уровня РУ, которое замыкает один контакт в цепи управления двигателем М1 насоса Н, а другой - в цепи катушки реле РП1 двигателя задвижки М2.

После того как насос будет пущен и давление повысится до нормального значения, замкнет свой контакт реле давления РД в цепи катушки реле РП1. Это реле включится, закроет свой замыкающий контакт в цепи катушки контактора открывания задвижки КО и откроет размыкающий контакт в цепи катушки контактора закрывания задвижки КЗ. Контактор КО сработает и включит двигатель М2 на открывание задвижки. Открывание контролируется конечным выключателем ВК2 и ярко горящей красной сигнальной лампой HL. Выключатель ВК2 разомкнет свой контакт, когда задвижка полностью откроется. При этом контактор КО отключится, двигатель М2 остановится, погаснет горящая в полнакала зеленая лампа, а кранная лампа будет гореть тускло.

Процесс открывания задвижки, кроме того, контролируется аварийным конечным выключателем ВКА. При неисправности открывающих и закрывающих устройств этот выключатель отключает всю схему управления двигателем задвижки, о чем сигнализирует погасание обеих ламп. Замыкание контакта выключателя ВКА производится оператором при ручном закрывании задвижки.

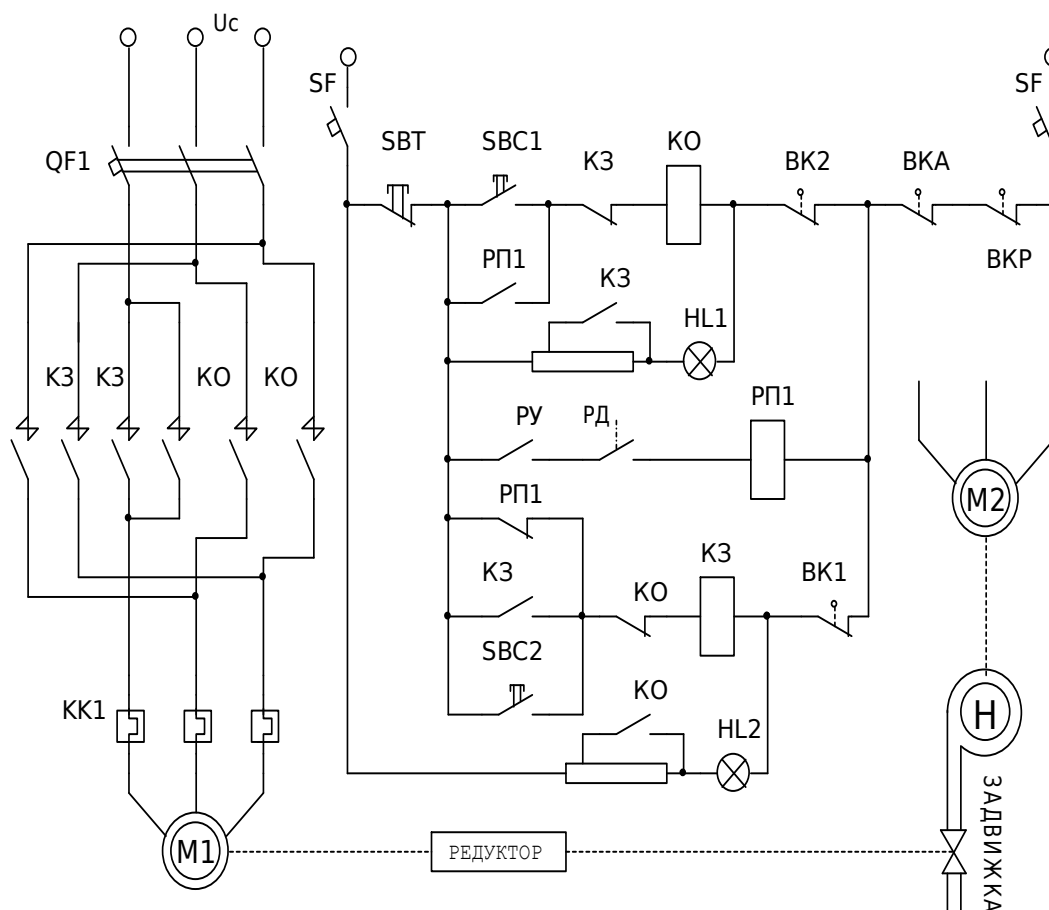


Рис. 1.3. Электросхема автоматического управления задвижкой насосного агрегата.

Расчет электрической сети питающих кабелей

Спецификация на оборудование:

Схематическое обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
	Электродвигатели.		
M1,M2	Электродвигатели насоса АИР250М6, P=55 кВт	2	
M3	Электродвигатель вакуум-насосной установки АИР100S4, P=2,4 кВт	1	
M4	Электродвигатель напорной задвижки АИР90L6, P=1,5 кВт	1	

	Электроаппараты.		
KK1 – KK2.2	Электромагнитное реле	2	
KM1 – KM2.1	Магнитный пускатель	2	
QF1,QF2	Автоматический выключатель	2	
SB1,SB2		2	
SBC1,SBC2	Кнопочный контакт «пуск»	2	
SBT1,SBT2	Кнопочный контакт «стоп»	2	
ПУ1,ПУ2 (SA)	Переключатель управления	2	
SF	Выключатель автоматический	1	
R	Сопротивление	1	
HL	Лампа сигнальная	1	
KV, KV1	Реле напряжения	1	
PA (KA)	Реле тока	1	
ПУ1,ПУ2 (KL)	Реле промежуточное	2	
ПО (SA)	Переключатель от качки	1	
ДУ	Электронный датчик уровня	1	

Определяем ток электродвигателя:

$$I_p = (P_{\text{э.д.}} / 103) / (1.73 \times U_{\text{х}} \cos \varphi \eta);$$

$$I_p = (55 \times 103) / (1.73 \times 380 \times 0.86 \times 0.96) = 101.34 \text{ А.}$$

По таблице П 4.8 определяем допустимый ток кабельной линии питающей электродвигатель АИР250М6 $I_{\text{доп}} = 19 \text{ А}$. Принимаем сечение 4/х жильного кабеля Б равным 50 мм². выбираем кабель с алюминиевыми жилами и пластмассовой изоляцией марки АВВГ 4х50.

Охрана труда при эксплуатации насосной станции. Общее положение

Экономические показатели и надежность работы систем водоснабжения во многом зависят от правильной эксплуатации насосных станций, обслуживающих эти системы. Для нормальной эксплуатации на насосных станциях в зависимости от класса надежности их действия необходимо иметь соответствующий резерв насосного оборудования.

Расположение внутренних коммуникационных трубопроводов станции должно быть удобным для эксплуатации, осмотра и ремонта, а их пропускная способность рассчитана на возможность подачи насосными агрегатами заданного расхода жидкости, как в нормальных, так и в аварийных режимах работы станции.

Насосы, их двигатели и трубопроводы должны быть оборудованы необходимой арматурой, регулировочными приспособлениями и контрольно-измерительной аппаратурой.

Вновь построенные насосные станции включаются в постоянную эксплуатацию после приемки их приемочными комиссиями, проверяющими качество выполненных работ и соответствие всех элементов сооружений станции утвержденному проекту.

Управление работой насосной станции организуется в соответствии с инструкциями, утвержденными тем министерством, в ведении которого находится организация, руководящая эксплуатацией данной системы. Режимы работы насосной станции разрабатываются, а оперативное руководство ее эксплуатацией осуществляется диспетчерской службой, начальником насосной станции и утверждается главным инженером предприятия.

Техническая документация

На каждой насосной станции должны иметься в подлинниках или копиях:

- генплан участка с нанесением всех сооружений подземного хозяйства;
- исполнительные чертежи зданий и размещения оборудования и трубопроводов внутри их;
- паспорта насосного, электротехнического и вспомогательного оборудования;
- чертежи каждого насоса и его электродвигателя, номенклатура запасных частей;
- заводские характеристики насосов, электродвигателей и акты их испытания;
- техническая инструкция по обслуживанию и ремонту оборудования станции;
- должностные инструкции для обслуживающего и руководящего персонала;
- инструкция по технике безопасности и охране труда.

Требования безопасности при эксплуатации и ремонте насосной станции

Инструкция по технике безопасности и охране труда составляется на основании правил и положений, утвержденных соответствующим министерством. Все инструкции подписываются начальником цеха и утверждаются главным инженером. В каждой инструкции приводится перечень тех должностных лиц, для которых знание данной инструкции и сдача по ней проверочных экзаменов обязательны.

- эксплуатацию электроустановок насосных станций следует осуществлять согласно требованиям правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

- персонал, обслуживающий электроустановки насосных станций, должен иметь соответствующую группу по электробезопасности.

- при эксплуатации насосной станции работники обязаны:

- a. обеспечить наблюдение и контроль над состоянием и режимом работы насосных агрегатов, коммуникаций и вспомогательного оборудования в соответствии с инструкциями по их эксплуатации;

- b. проводить осмотры и ремонт оборудования в установленные сроки;

- c. поддерживать надлежащее санитарное состояние в помещении;

- d. вести систематический учет отработанных часов агрегатами и производить записи в журналах эксплуатации или на компьютерных носителях;

- дежурные работники должны немедленно остановить неисправный агрегат и запустить резервный при появлении в насосном агрегате неисправностей.

- запрещается снимать предохранительные кожухи и др. защитные устройства во время работы насосных установок, подогревать маслопроводную систему открытым огнем.

- работники, обслуживающие насосные станции должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

- при сменной работе работник может закончить работу не ранее того, сменщик примет от него обслуживание насосными агрегатами.

- прием-сдача смены дежурными работниками осуществляется по графику, утвержденному руководителем, ответственным за эксплуатацию насосных станций, с записью о выполненной работе в журнале сдачи смен. Изменения в графике разрешаются только руководителем, утвердившим график.

Электроосвещение

Нормирование искусственного освещения. При проектировании осветительных установок важное значение имеет правильное определение требуемой освещенности объекта. В зависимости от характера зрительной работы (наивысшая точность, очень высокая точность и т.д.) и наименьшего размера объекта различия установлено 8 разрядов зрительной работы.

Нормы СНиП являются основой для отраслевых или ведомственных норм, в которых, кроме уровней освещенности, приводятся дополнительные сведения: в какой плоскости нормируется освещенность, какая система освещения целесообразна, какой коэффициент запаса требуется принять и т.п. При проектировании установок электроосвещения использование таких норм предпочтительно.

По способу размещения светильников в производственных помещениях различают системы общего и комбинированного освещения.

Система общего освещения предназначена для освещения всего помещения и расположенных в помещении рабочих мест и поверхностей. При общем освещении светильники располагают только в верхней зоне помещения. Крепят их непосредственно к потолку, на фермах, на стенах, колоннах или на производственном оборудовании. Общее освещение может быть равномерным, когда по всему помещению или его части должна создаваться одинаковая освещенность, или локализованным, когда в разных зонах помещения создаются разные освещенности.

При равномерном освещении светильники располагаются рядами с одинаковыми или не сильно отличающимися расстояниями между ними. Расстояния между светильниками принимаются одинаковыми.

При общем освещении рабочих помещений светильники с люминесцентными лампами для создания равномерного освещения следует располагать непрерывными рядами, если в каждом светильнике число ламп не менее четырех. Светильники можно располагать рядами с разрывами, но при

этом расстояние не должно превышать 0,5 высоты подвеса светильников над освещаемой поверхностью. Если длина каждого ряда превышает двойную высоту подвеса подвесов светильников над освещаемой поверхностью, рекомендуется у краев ряда размещать замыкающие дополнительные светильники на расстоянии от стены не менее 0,3 высоты подвеса. Если светильники располагаются рядами с разрывами, то взамен установки дополнительных светильников нужно сближать светильники у концов каждого ряда.

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

Эвакуационное освещение – служит для безопасной эвакуации людей из помещений при аварийном погасании рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещенность основных проходов и ступеней лестниц не менее 0,5 лк.

Светильники аварийного и эвакуационного освещения присоединяются отдельными линиями к независимому источнику питания или переключаются на него автоматически

при внезапном отключении рабочего освещения. Кроме того, они должны отличаться от светильников рабочего освещения типом, размером или специально нанесенными знаками.

Для электрического освещения помещений производственных, административных, общественных зданий применяют лампы люминесцентные, накаливания, ртутные высокого давления с исправленной цветностью.

Люминесцентные лампы благодаря высокой световой отдаче, большому сроку службы и достаточно хорошей цветопередачи широко применяют для освещения помещений, где необходимо правильное различие цветовых оттенков; производственных, в которых выполняется работа большой и средней точности; не имеющих естественного света, предназначенных для постоянного пребывания людей; в которых необходимо создать особо благоприятные условия для зрения.

В зависимости от назначения освещаемых помещений и вида производимых работ выбирают соответствующие типы люминесцентных ламп. В помещениях, где необходимо правильное различие оттенков, применяют лампы ЛД, а при особо высоких требованиях к цветопередаче применяют лампы с исправленной цветностью типа ЛДЦ, ЛЕЦ.

Выбор типа светильников и высоты подвеса

Выбор светильников определяется характером окружающей среды, требованиями к светораспределению и ограничению слепящего действия.

Светораспределение светильника является его основной характеристикой, определяющей светотехническую эффективность применения светильника в заданных условиях. Для освещения помещений, стены и потолок которых имеют невысокие отражающие свойства, целесообразно применять светильники прямого света. В этих условиях светильники прямого света, направляя световой поток источников света вниз на рабочие поверхности, гарантируют минимальные потери и наилучшее использование светового потока. Но применение светильников прямого света, вызывает заметную неравномерность распределения яркости в поле зрения, так как при этом яркость потолка и верхних участков стен становится малой по сравнению с яркостью рабочих поверхностей. В помещениях с такими светильниками возникают резкие падающие тени от посторонних

предметов в связи с незначительной ролью отраженных от стен и потолка световых потоков, что следует учитывать при размещении светильников.

При освещении производственных помещений, стены и потолок которых обладают высокими отражающими свойствами, целесообразно применять светильники преимущественно прямого света, направляющих 20 – 40% светового потока на потолок помещения.

В помещениях, где отношение высоты к площади велико, целесообразно применять светильники концентрированного или глубокого светораспределения, направляющие основную часть светового потока непосредственно на рабочие поверхности, что повышает эффективность их использования. В помещениях с большой площадью и небольшой высотой, наоборот, целесообразно применять светильники более широкого светораспределения, что позволяет даже при значительных расстояниях между светильниками обеспечить равномерное распределение освещенности по рабочей плоскости.

Блескость светильника, зависящая от силы света и яркости в направлении к глазу наблюдателя, является характеристикой, существенно влияющей на качество освещения. Ограничение слепящего действия по коэффициенту ослепленности положено в основу правил искусственного освещения промышленных предприятий, а выбор светильника по характеристикам блескости должен предусматривать предварительный расчет показателя ослепленности. Для определения суммарного показателя ослепленности можно пользоваться характеристиками основных видов светильников, применяемых для освещения промышленных предприятий.

Для освещения горизонтальных рабочих поверхностей в производственных цехах и помещениях с низкими коэффициентами отражения стен и потолков применяют светильники класса II с кривой силы света К при высоких потолках, а с уменьшением высоты потолков – кривые силы света Г и Д.

Если выбранный светильник конструктивно не соответствует условиям внешней среды, то это может привести к его чрезмерному запылению (в пыльных помещениях), вследствие чего уменьшается световой поток, излучаемый им; возникновению коррозии металлических частей и преждевременному выходу из строя (в особо сырых помещениях); в пожароопасных и взрывоопасных помещениях – к пожару или взрыву.

Неправильный выбор светильников по светораспределению приводит к неэкономическому использованию светового потока источников света и росту установленной мощности осветительной установки. При равных условиях предпочтительнее светильники с высоким КПД, несмотря на их более высокую стоимость. Эти дополнительные затраты быстро окупаются за счет экономии электроэнергии.

Расстояние от потолка до светильника обычно принимается 0,5 – 0,7 м (в жилых и общественных зданиях пониженной высоты 0,3 – 0,4 м). При освещении помещения светильниками рассеянного и преимущественно отраженного света потолок должен быть равномерно освещен. При малых значениях h_c потолок освещения неравномерно пятнами. Равномерность распределения яркости по потолку обеспечивается при отношении $h_c/h = 0,2 - 0,25$.

Светотехнический расчет

Мы имеем помещение автоматизированной насосной станции 16×8 м и высотой 6 м с коэффициентом отражения: потолка – 50 %, стен – 30 % и рабочей поверхности – 10 %.

Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{S}{h(A+B)}$$

где A и B – длина и ширина помещения, m^2 ; S – площадь помещения, m^2 ; h – высота повеса светильника над рабочей поверхностью, m .

Находим h – высоту от рабочей поверхности до светильника:

$$h = H - h_c - h_p$$

$$h = 6 - 0.8 = 5.2 \text{ м.}$$

где h_p – высота рабочей поверхности;

h_c – высота подвеса светильника;

H – общая высота помещения.

Средняя освещенность горизонтальной поверхности:

$$E_{\text{ср}} = \Phi_p / S = \Phi_{\text{л}} N \eta / S$$

откуда следует:

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{ср}} S / N \eta$$

Действующими нормами искусственного освещения нормируется не среднее, а минимальные освещенности. Учитывая, что световой поток, падающий на освещаемую поверхность, распределяется неравномерно, в формулу вводится поправочный коэффициент:

$$z = > 1, E_{\text{ср}} = E_{\text{мин}} z$$

Если расстояние между светильниками близко к наивыгоднейшему, то можно с достаточной точностью принять z для ламп накаливания 1,5 и 1,1 для люминесцентных ламп.

С учетом коэффициентов $K_{зп}$ и z получим основное расчетное уравнение методом коэффициента использования:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{норм} S K_{зп} z}{N \eta}$$

Где $E_{норм}$ – норма освещенности помещения, лк;

S – площадь освещаемой поверхности, м² ;

z – коэффициент минимальной освещенности – 1,1;

$K_{зп}$ – коэффициент запаса;

$\Phi_{л}$ – световой поток лампы, лм ;

η – коэффициент использования светового потока источника света.

При заданных коэффициентах отражения коэффициент использования будет: $\eta = 0,36$ %. Согласно таблице 6,3 (И.Е. Цигельман «Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий») для инструментальных, сборочных, механических, механосборочных, насосных и т. п. помещений и цехов коэффициент запаса $K_{зп} = 1,5$.

Определяем требуемое количество светильников:

$$n_{св} = \frac{E_{норм} S K_{зп} z}{\Phi_{л} \eta} = \frac{75 \times 128 \times 1,5 \times 1,1}{2933 \times 0,36} = \frac{15840}{1055} = 15,01 \approx 15 \text{ шт.}$$

где $n_{св}$ – количество светильников, шт.

Размещаем в помещении насосной станции всего 15 светильников в три ряда по 5 одноламповых светильников. $E_{норм}$ равняется 75. Определяем требуемый поток одной лампы:

$$\Phi_{л} = \frac{75 \times 128 \times 1,5 \times 1,1}{15 \times 0,36} = \frac{15840}{5,4} = 2933 \text{ лм.}$$

По таб. 4.1 (И.Е. Цигельман «Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий») выбираем лампу ЛБ – 40, световой поток которой 3000 лм;

Определяем фактическую освещенность:

$$E_{\text{факт}} = \frac{3200}{2933} \times 75 = 81 \text{ люкс};$$

Суммарная мощность всех ламп установленных в помещении:

$$P_{\text{уст}} = 15 \times 40 = 600 \text{ Вт.}$$

Тогда удельная мощность составляет:

$$P_{\text{уд}} = 600/128 = 4,7 \text{ Вт/м}^2.$$

Тип светильника - ЛПО16 - 1×40.

Размещение светильников

Размещение светильников в плане и в разрезе помещения определяется следующими размерами: H – высота помещения, h_c – расстоянием светильника от перекрытия, $h_{\text{п}} = H - h_c$ – высотой светильника над полом, $h_{\text{р}}$ – высотой расчетной поверхности над полом, $h = h_{\text{п}} - h_{\text{р}}$ – расчетной высотой, L – расстоянием между соседними светильниками или рядами ламп (если по длине и ширине расстояния различны, то они обозначаются соответственно L_a и L_b), l – расстоянием от крайних светильников или рядов светильников до стен.

Основные требования по выбору расположения светильников заключается в доступности их при обслуживании. Кроме того, размещение светильников определяется условием экономичности. Важное значение

имеет отношение расстояния между светильниками или рядами светильников к расчетной высоте $\lambda = L/h$, уменьшение его приводит к удорожанию осветительной установки и усложнению ее обслуживания, а чрезмерное увеличение приводит к резкой неравномерности и к возрастанию расходов энергии.

При расположении рабочих мест рядом со стенами здания светильники следует устанавливать на расстоянии l от стены, которое принимается равным $(0,3 - 0,5) L$.

Светильники с люминесцентными лампами рекомендуется устанавливать рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами (в этом случае L – расстояние между рядами).

Исходя из расчетов, размещаем в помещении насосной станции всего 15 светильников в три ряда по 5 одноламповых светильников и крепим их непосредственно к потолку.

Выбор схемы питания, типы осветительных щитков

Питающей сетью называют линии от встроенных в здании трансформаторных подстанций или КТП, а также от ВРУ здания до групповых щитков освещения или силовых распределительных пунктов. Каждую питающую линию, отходящую от главного распределительного щита или от ВРУ, можно выполнять по схемам: радиальной, магистральной и радиально-магистральной.

Радиальная схема обеспечивает высокую надежность питания отдельных потребителей, т.к. при аварии в питающей линии прекращают работу только один или несколько электроприемников, в то время как остальные электроприемники других линий продолжают нормальную работу. В осветительных сетях радиальная схема почти не применяется, из-за высокой стоимости ее сооружения и значительного расхода цветного металла.

Более надежной схемой питания осветительная установка обеспечивается, если на объекте расположены две однотономные подстанции. В этом случае аварийное освещение питается самостоятельными линиями от разных подстанций. Этим самым сохраняется один из видов освещения даже при выходе из строя одной из подстанций. Такая схема питания рабочего и аварийного освещения называется перекрестной. Если каждая подстанция питается от разных "центров питания", то данную схему можно использовать для питания аварийного освещения с целью продолжения работы.

При выборе типов щитков учитывают условия среды в помещениях, способ установки щитка, типы и количество установленных в них аппаратов. Порода защиты от внешних воздействий щитки имеют следующие конструктивные исполнения: защищенное, закрытое, брызгонепроницаемое, пыленепроницаемое, взрывозащищенное и химически стойкое. Электроизоляция щитка должна выдерживать без пробоя или перекрытия приложенное в течении 1 минуты испытательное напряжение 2000 В промышленной частоты.

Конструктивно щитки изготавливаются для открытой установки на стенах и для утопленной установки в нишах стен. При размещении их следует выбирать помещения с более благоприятными условиями среды.

Выбираем осветительный щит ЩО31-21 основные технические данные которого приведены в таб. 10.6 (Л.Е.Старкова «Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования»).

Расчет сечения и выбор проводов для осветительной установки

Питание отдельных приемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий (насосы, вентиляторы, калориферы, установки кондиционирования, и т.п.) может выполняться проводами и кабелем с алюминиевыми жилами сечением не менее 2,5 мм².

Во всех зданиях линий групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный – L, нулевой рабочий – N, нулевой защитный – PE) проводниками. Нулевой защитный и нулевой рабочий не допускается подключать на щитах под общий контактный зажим.

Сечения проводников осветительной сети должны обеспечивать: достаточную механическую прочность, прохождение тока нагрузки без перегрева сверх допустимых температур, необходимые уровни напряжений у источников света, срабатывание защитных аппаратов при КЗ.

Достаточная механическая прочность проводников необходима, чтобы во время эксплуатации и монтажа не было чрезмерного провисания или обрывов проводов. Наименьшее допустимое сечение проводников по механической прочности составляет: для медных проводов 1 мм², алюминиевых 2,5 мм². При тросовой прокладке проводников в зависимости от нагрузки стальные тросы следует принимать диаметром 1,95 – 6,5 мм, канатку – диаметром 5,5 – 8 мм.

Согласно ПУЭ.п.7.1.34 в зданиях следует применять кабели и провода с медными жилами (до 2001 г. по имеющемуся заделу строительства допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами).

Нагрев проводников вызывается прохождением по ним тока $I_{p,0}$, значение которого при равномерной нагрузке фаз определяется по формуле:

$$I_{p,0} = \frac{P_{y,0}}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}$$

$$P_{уст} = P_{свн} = 40 \times 15 = 600 \text{ Вт}$$

$$P_{уст} = K_c \times P_{св} \times n \times K = 40 \times 15 \times 1.2 = 720 \text{ Вт}$$

Определяем номинальный ток и тип кабеля от ТП до ЩО31-11:

$$I_{p,0} = 720 / (1.73 \times 380 \times 0.8) = 1,4 \text{ А.}$$

На основании таблицы П 4.8 (Л.4) выбираем кабель с алюминиевыми жилами и пластмассовой изоляцией марки АВВГ – 4Х2,5. $I_{доп} = 19 \text{ А.}$ Т.е. $I_{доп}$ больше чем $I_{p,0}$.

Список литературы

1. Литература 1: Е.Н. Зимин, В.И. Преображенский, И.И. Чувашов «Электрооборудование промышленных предприятий и установок»;
2. Литература 2: И.Е. Цигельман «Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий»;
3. Литература 3: Е. Лесман «Освещение административных зданий и коммуникаций».
4. Литература 4: В.В. Москоленко «Справочник электромонтера», издательство «Академия», Москва 2005.